

Institut für Bauforschung e.V.

# Schadensfälle an erdberührten Bauteilen



Fraunhofer IRB ■ Verlag

## Schadensfälle an erdberührten Bauteilen



Institut für Bauforschung e.V.

## **Schadensfälle an erdberührten Bauteilen**

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-8650-4

ISBN (E-Book): 978-3-8167-8688-7

Herstellung: Tim Oliver Pohl

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: freiburger graphische betriebe GmbH & Co. KG, Freiburg

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2012

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70-25 00

Telefax (07 11) 9 70-25 08

E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

<http://www.baufachinformation.de>

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Technische Grundlagen</b>	7
1.1	Allgemeine Anforderungen	7
1.2	Lastfälle	7
1.3	Abdichtungssysteme	8
1.4	Normen, Regeln und Merkblätter	10
<b>2</b>	<b>Rechtliche Grundlagen</b>	13
<b>3</b>	<b>Schadensfälle</b>	18
3.1	Mangelhafte Ausführung eines Kellers aus wasserundurchlässigem Beton	18
3.2	Mangelhafte Rampenabdichtung aufgrund Materialunverträglichkeit der eingesetzten Materialien	24
3.3	Fehlerhafte Ausführung einer Bauwerksabdichtung in der Fläche und im Anschluss an einen Anbau	27
3.4	Unzureichender Feuchteschutz eines unterkellerten Einfamilienhauses	32
3.5	Unsachgemäße Ausführung einer Bauwerksabdichtung mit KMB	36
3.6	Mangelhafter Anschluss einer Rohrdurchführung an die Bauwerksabdichtung	43
3.7	Unsachgemäße Ausführung einer Bauwerksabdichtung mit KMB und fehlender Anschluss an die Sohlplatte	47
3.8	Einbau eines ungeeigneten Betons für eine Sohlplatte in einem Stallgebäude	53
3.9	Fehlerhafte Abdichtung eines Gebäudesockels und Verwendung eines ungeeigneten Sockelputzes	57
3.10	Fehlende Bauwerksabdichtung eines Mehrfamilienhauses gegen den Lastfall »drückendes Wasser«	62
3.11	Mangelhaft ausgeführte und ungeeignete nachträgliche Bauwerksabdichtung eines unterkellerten Gebäudes	70
3.12	Ungeeignete Bauwerksabdichtung eines Mehrfamilienhauses infolge mangelhafter Dränung des Baugrundes	76
3.13	Fehlende Querschnittsabdichtung unter Kellerwänden und unzureichende Dränung bei einem Einfamilienhaus	81
3.14	Mangelhafte Vorbereitung des Untergrundes und unzureichende Durchtrocknung einer Bauwerksabdichtung mit KMB	86

3.15	Fehlende Wärmedämmung und unzureichende Bauwerksabdichtung eines nachträglich ausgebauten Kellergeschosses . . . . .	92
<b>4</b>	<b>Schadenprophylaxe</b> . . . . .	99
4.1	Untersuchungen und Nachweise . . . . .	99
4.2	Planung . . . . .	100
4.3	Ausschreibung . . . . .	102
4.4	Ausführungsvorbereitung und Ausführung . . . . .	103
4.5	Prüfung und Qualitätskontrollen . . . . .	105
<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .		107
<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .		108

# 1 Technische Grundlagen

## 1.1 Allgemeine Anforderungen

Erdberührte Bauteile müssen dauerhaft gegen Feuchtigkeit aus dem Erdreich geschützt werden. Die Anforderungen an die Abdichtung richten sich nach der Feuchtebelastung. Die DIN 18195-4, »Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung«, Ausgabe: 2011-12, stuft die Lastfälle der Feuchtebelastung neu ein. Sie unterscheidet zwischen Bodenfeuchtigkeit, nichtstauendem Sickerwasser, vorübergehend aufstauendem Sickerwasser und drückendem Wasser. Zusätzlich wurden Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen sowie kalt selbstklebende Abdichtungsbahnen in die Norm mit aufgenommen.

Bauwerksabdichtungen erdberührter Bauteile sollen zunächst Bauwerke gegen Oberflächenwasser und gegen das im Boden vorhandene Wasser schützen. Darüber hinaus müssen Bauwerksabdichtungen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und in der Qualität erstellt werden, dass sie der jeweiligen Raumnutzung nicht entgegenwirken. Grundlage für die Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen bildet die Normenreihe DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen«, die den Schutz von Bauwerken gegen Feuchtigkeit und Wasser regelt.

## 1.2 Lastfälle

### Bodenfeuchtigkeit und nichtstauendes Sickerwasser

Dieser Lastfall ist anzunehmen, wenn das Baugelände bis zu ausreichender Tiefe unter der Fundamentsohle und auch das Verfüllmaterial der Arbeitsräume aus nichtbindigem Boden (Sand, Kies, Splitt) besteht. Feuchtigkeit versickert, ohne aufzustauen. Um Schichten- und Hangwasser sicher abzuführen, ist bei bindigem Boden eine Dränung nach DIN 4095 »Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung«, Ausgabe: 1990-06, erforderlich, deren Funktionsfähigkeit dauerhaft sichergestellt werden muss.

### Drückendes Wasser

Ohne funktionstüchtige Dränung ist bei Hang- oder Schichtenwasser von zeitweilig aufstauendem Sickerwasser auszugehen. Randbedingungen sind Gründungstiefen bis 3,0 m unter Geländeoberkante und dass die Unterkante Kellersohle mindestens 0,3 m über dem langfristig beobachteten Grundwasserstand liegt.

Steht das Gebäude dauerhaft im Grundwasser, bestimmt der Lastfall »von außen drückendes Wasser« das Abdichtungssystem. Unabhängig von Gründungstiefe, Eintauchtiefe und Bodenart, gilt dieser Lastfall nicht nur bei Grundwasser, sondern auch bei Schichtenwasser und stauendem Sickerwasser.

## 1.3 Abdichtungssysteme

Für die Abdichtung gemauerter Keller im Wohnungsbau sind kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen, kalt selbstklebende Bitumenbahnen und verschiedene Varianten von heiß verklebten Bitumenbahnen üblich. Bei drückendem Wasser sind Abdichtungen mit heiß verklebten Bitumenbahnen (»schwarze Wanne«) eine Alternative zur »weißen Wanne« aus wasserundurchlässigem Beton.

Die Normenreihe DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen« regelt alle Abdichtungssysteme. Somit endet die seit langer Zeit bestehende Rechtsunsicherheit, ob in der DIN 18195 nicht geregelte Produkte den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Bauunternehmer können damit unbedenklich auch kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen einsetzen, sofern diese für den Lastfall und Einsatzort zulässig sind.

### Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen

Bitumendickbeschichtungen (KMB) sind für die Lastfälle Bodenfeuchtigkeit (bei bindigen Böden mit Dränung) und zeitweilig anstauendes Sickerwasser zulässig. Aufgetragen werden KMB durch Spachteln oder Spritzen. Um eine gleichmäßige Schichtdicke zu gewährleisten, ist das Material in zwei Arbeitsgängen aufzutragen. Die Trockenschichtdicke muss im Lastfall Bodenfeuchtigkeit 3 mm, bei zeitweilig anstauendem Sickerwasser 4 mm betragen. Bei zeitweilig anstauendem Sickerwasser ist nach dem ersten Arbeitsgang eine Verstärkungseinlage einzubauen.

Da KMB unter Druck kriechen, sind Fehlstellen im Untergrund (Ausbrüche, offene Fugen) vor dem Auftrag der Abdichtung zu schließen. Bitumen ist als Putzgrund ungeeignet. Deshalb wird empfohlen, statt eines Bitumenauftrags im Spritzwasserbereich eine flexible Dichtungsschlämme aufzutragen.

### Kaltverklebende Bitumenkautschukbahnen

Kaltverklebende Bitumenkautschukbahnen eignen sich insbesondere für den Lastfall »Bodenfeuchte«. Ein kaltflüssiger Voranstrich dient dabei als Untergrundvorbereitung. Die rückseitige Trägerfolie ist bei Aufbringen der Bahn schrittweise abzuziehen. Überlappungen sind mit einer Gummirolle sorgfältig nachzuarbeiten.

Am oberen Rand ist die Bahn mit einer Kappleiste oder Putzabschlusschiene mechanisch zu sichern.

## Heißverklebte Bitumenbahnensysteme

Heißverklebte Bitumenbahnensysteme bieten für alle Lastfälle, einschließlich drückendes Wasser, ausführungssichere Lösungen. Ihre Verarbeitung ist jedoch aufwändiger als die vorgenannten Systeme.

### Weiß Wanne

Ist ein Grundstück nicht grundwassergefährdet, können erdberührte Bauteile mit Bitumen- oder Kunststoffabdichtungen gemäß DIN 18195 abgedichtet werden. Dieses Abdichtungssystem wird auch als »schwarze Wanne« bezeichnet. Werden Sohlplatten und Außenwände als geschlossene Wanne aus WU-Beton (WU = Wasserundurchlässig) hergestellt, spricht man von einer »weißen Wanne«. Aufgrund dieser Konstruktion sind bei weißen Wannen keine zusätzlichen Abdichtungen erforderlich.

Ausschlaggebend für die Planung von weißen Wannen ist die Definition der Nutzung und die Beanspruchungsart eines Gebäudes. Die Anforderungen an die Beschaffenheit des WU-Betons sind insbesondere der DAfStb-Richtlinie »Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton« zu entnehmen.

Vom Planer ist in Abstimmung mit dem Bauherrn bzw. in Abhängigkeit von der Funktion und der angestrebten Nutzung die Nutzungsklasse A oder B festzulegen:

#### Nutzungsklasse A

Wasserdurchtritt in flüssiger Form ist nicht zulässig, Feuchtstellen auf der Bauteiloberfläche als Folge von Wasserdurchtritt sind auszuschließen.

#### Nutzungsklasse B

Feuchtstellen im Bereich von Trennrissen, Sollrissquerschnitten und Fugen sind zulässig. Für das anstehende Wasser werden zwei Klassen unterschieden:

- Beanspruchungsklasse 1: drückendes und nicht drückendes Wasser und zeitweise aufstauendes Sickerwasser
- Beanspruchungsgruppe 2: Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser

Die Beanspruchungsklasse ist abhängig von den Baugrundeigenschaften und dem Bemessungswasserstand.

Nach DIN 18195-1 »Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten«, Ausgabe: 2011-12, ist der Bemessungswasserstand »der höchste, nach Möglichkeit aus langjähriger Beobachtung ermit-

telte Grundwasserstand/Hochwasserstand«. Eine oberflächliche Beurteilung beim Bodenaushub ist eine Momentaufnahme und reicht hierfür nicht aus. Zusätzlich muss ein möglicher chemischer Angriffsgrad des Grundwassers bzw. Bodens ermittelt werden, der dann in den Expositionsklassen XA1 bis XA3 (chemischer Angriff) berücksichtigt wird.

## Dränung

Unter bestimmten Umständen kann es sinnvoll oder auch notwendig sein, die zu erwartende Wasserbeanspruchung durch eine Dränanlage nach DIN 4095 »Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung«, Ausgabe: 1990-06, zu reduzieren. Diese Norm enthält in Verbindung mit der Abdichtung erdberührter Bauteile folgende drei Fälle zur Festlegung von Dränmaßnahmen:

1. Abdichtung ohne Dränung (Bodenfeuchtigkeit in stark durchlässigen Böden)
2. Abdichtung mit Dränung (Stau- und Sickerwasser in schwach durchlässigen Böden)
3. Abdichtung ohne Dränung (mit Grundwasser).

Laut DIN 18195-4 darf bei bindigem Boden vom Lastfall Bodenfeuchtigkeit aus- gegangen werden, wenn eine Dränung nach DIN 4095 vorhanden, und deren Funktionsfähigkeit auf Dauer gegeben ist. Dies gilt für die Flächendränung an der Wand sowie für die Ringdränung am Fundament. Die Funktionsfähigkeit der Dränanlage ist jährlich zu überprüfen.

Für die Flächendränung eignen sich Dränplatten aus bituminös verklebten Polystyrolkugeln oder Dränmatten aus Kunststoff-Noppenbahnen. Eine Ringdränung besteht wegen ihrer einfachen und kostengünstigen Verlegung meist aus perforierten Kunststoffrohren, z. B. aus PVC. Die hydraulische Bemessung einer Dränanlage erfordert die Kenntnis der Bodenverhältnisse und der anfallenden Wassermenge. Die DIN 4095 gibt für den Regelfall Richtwerte an. Bei abweichenden Grenzwerten ist eine genaue Berechnung unabdingbar.

## 1.4 Normen, Regeln und Merkblätter

Die nachfolgende Auflistung umfasst die wesentlichen Normen, Regeln und Merkblätter und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## Normen

- DIN 18195-1 »Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten«
- DIN 18195-2 »Bauwerksabdichtungen – Teil 2: Stoffe«
- DIN 18195-3 »Bauwerksabdichtungen – Teil 3: Anforderungen an den Untergrund und Verarbeitung der Stoffe«
- DIN 18195-4 »Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung«
- DIN 18195-5 »Bauwerksabdichtungen – Teil 5: Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen, Bemessung und Ausführung«
- DIN 18195-6 »Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung«
- DIN 18195-8 »Bauwerksabdichtungen – Teil 8: Abdichtungen über Bewegungsfugen«
- DIN 18195-9 »Bauwerksabdichtungen – Teil 9: Durchdringungen, Übergänge, An- und Abschlüsse«
- DIN 18195-10 »Bauwerksabdichtungen – Teil 10: Schutzschichten und Schutzmaßnahmen«
- DIN 18336 »VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Abdichtungsarbeiten«
- DIN 4020 »Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2«
- DIN 4095 »Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung«
- DIN EN 1997-2 »Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds«
- DIN EN 1997-2/NA »Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds«

## Richtlinien

- vdd Industrieverband Bitumen-Dach- und Dichtungsbahnen e. V. (Hrsg.): Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit Polymerbitumen- und Bitumenbahnen

- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAfStb): Richtlinie, Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAfStb): Richtlinie, Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)
- Deutsche Bauchemie e. V. (Hrsg.): »Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile« (2001-11)
- Deutsche Bauchemie e. V. (Hrsg.): Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen von Bauteilen mit mineralischen Dichtungsschlämmen
- Deutsche Bauchemie e. V. (Hrsg.): Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen erdberührter Bauteile mit flexiblen Dichtungsschlämmen

## Merkblätter

- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V. (DBV): Merkblattsammlung
- Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V. (WTA): Merkblatt 4-4-04/D, Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit
- Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V. (WTA): Merkblatt 4-6-05/D, Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile

---

## 2 Rechtliche Grundlagen

Für ein besseres Verständnis der im Zusammenhang mit rechtlichen Themen vielfach benutzten Fachbegriffe werden die wichtigsten Begriffe nachfolgend hinsichtlich ihrer Bedeutung und systematischen Einordnung erläutert:

### Gewährleistung

Der Begriff Gewährleistung ist streng genommen ein nicht mehr geltender aber immer noch gebräuchlicher Begriff aus dem alten Werkvertragsrecht des BGB (Bürgerliches Gesetzbuch) bzw. der VOB (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; vor 2002: Verdingungsordnung für Bauleistungen), das bis zum Ende des Jahres 2001 galt. Danach war der Auftragnehmer verpflichtet, innerhalb bestimmter Fristen die Gewährleistung für die vereinbarte Leistung zu übernehmen und bei aufgetretenen Mängeln ggf. den Schaden zu ersetzen bzw. nachzubessern.

Seit der Änderung bzw. Neuregelung des Schuldrechts per 01.01.2002 ist im BGB und in der VOB/B (aktuell 2009) der Begriff Gewährleistung durch den Begriff Mängelansprüche ersetzt. Es gibt jetzt demgemäß Verjährungsfristen für Mängelansprüche. Maßgebliche Vorschriften hierzu sind § 634a BGB und § 13 VOB/B. Während der Verjährungsfrist für Mängelansprüche ist der Auftragnehmer verpflichtet, alle hervortretenden Mängel, die auf vertragswidrige Leistungen zurückzuführen sind, auf seine Kosten zu beseitigen.

### Haftpflichtschäden

Die Realität immer wieder auftretender Bauschäden und Baumängel z. B. bei der Erstellung von Neubauten macht deutlich, wie wichtig es für Planer und Bauausführende ist, eine Haftpflichtversicherung mit ausreichender Deckung abzuschließen – für Architekten und Ingenieure eine Berufshaftpflichtversicherung, für ausführende Unternehmer und zugleich für ihre Mitarbeiter eine Betriebshaftpflichtversicherung.

Als Haftpflichtschäden bezeichnen Versicherer solche Schäden, für die der Verursacher aufgrund gesetzlicher Haftpflichtbestimmungen privatrechtlichen Inhalts von einem Dritten in Anspruch genommen werden kann (§ 1 Nr. 1 Allgemeine Bedingungen für die Haftpflichtversicherung [AHB]). Die Erfüllung von Verträgen und die an die Stelle der Erfüllungsleistung tretende Ersatzleistung sind grundsätzlich nicht Gegenstand der Haftpflichtversicherung (§ 4 I Nr. 6 AHB).

## Mängelansprüche

§ 13 VOB/B hat eine umfangreiche Änderung im Rahmen der Schuldrechtsreform zum Jahr 2002 bzw. mit dem Erscheinen der VOB/B 2002 erfahren. Gleches gilt für die §§ 633 ff. BGB, die ebenfalls umfassend geändert wurden. Danach gilt: Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber seine Leistung zum Zeitpunkt der Abnahme frei von Sachmängeln (§ 13 VOB/B) bzw. frei von Sach- und Rechtsmängeln (§ 633 BGB) zu übergeben. Von Interesse bei der Betrachtung von Bauschäden und der Geltendmachung von entsprechenden Mängelansprüchen ist ausschließlich der Sachmangel.

Ein wichtiger Punkt im Zusammenhang mit der Behandlung eines Sachmangels und den damit verbundenen Rechten des Auftraggebers ist der Zeitpunkt des sog. Gefahrübergangs. Grundsätzlich muss das vom Unternehmer erstellte Werk zum Zeitpunkt der Übergabe (üblicherweise der Zeitpunkt der rechtsgeschäftlichen Abnahme) mangelfrei sein. Zu diesem Zeitpunkt wandelt sich der bisherige Erfüllungsanspruch des Auftraggebers zu Mängelbeseitigungsansprüchen, die unterschiedlichen Verjährungsfristen unterliegen. Die Regelverjährungsfrist für Mängel an Bauwerken nach BGB liegt bei 5 Jahren, nach VOB/B bei 4 Jahren.

## Minderung

Der § 13 Nr. 6 VOB/B beschreibt die Möglichkeit einer Minderung der dem ausführenden Unternehmen zustehenden Vergütung: *»Ist die Beseitigung des Mangels für den Auftragnehmer unzumutbar oder würde sie einen unverhältnismäßig hohen Aufwand erfordern und wird sie deshalb vom Auftragnehmer verweigert, so kann der Auftraggeber durch Erklärung gegenüber dem Auftragnehmer die Vergütung mindern.«*

Folglich können sich eindeutig nachzubessernde Mängel bei Bauwerken oder Bauwerksteilen Abweichungen zeigen, die zwar an sich die Schwelle hinnehmbarer Unregelmäßigkeiten übersteigen, deren Nachbesserungsaufwand möglicherweise aber unverhältnismäßig hoch ist. Als unverhältnismäßig kann es beispielsweise angesehen werden, wenn die Nachbesserungskosten im groben Missverhältnis zur Wertminderung stehen. Zahlenmäßige Angaben zum Missverhältnis sind nicht festgelegt.

Die Frage, ob ein Missverhältnis vorliegt, ob Nachbesserung oder Minderung gefordert werden kann und wie eine vorzunehmende Minderung zu bemessen ist, sind rechtlicher Art und nicht von Sachverständigen zu beurteilen. Sachverständige werden jedoch bei der Beantwortung von Rechtsfragen unterstützend tätig, indem sie Nachbesserungskosten errechnen und Minderwerte als Grundlage für

die Bemessung der Minderung ermitteln. Ein Minderungsanspruch nach BGB kann sich aus den §§ 634 Nr. 3, 638 BGB ergeben.

## Nacherfüllung

Nacherfüllung ist ein modifizierter Erfüllungsanspruch nach bereits erfolgter Abnahme eines Werkes bei Mängeln, die innerhalb entsprechender Verjährungsfristen für Mängelansprüche auftreten und vom Auftragnehmer zu vertreten sind. Bei der Nacherfüllung hat der Auftragnehmer die Wahl, entweder eine Reparatur des mangelhaften Werkes (Nachbesserung) oder die Lieferung einer neuen, mängelfreien Sache (Nachlieferung) vorzunehmen. Für den Auftragnehmer besteht die Möglichkeit wegen Unverhältnismäßigkeit die Nacherfüllung zu verweigern.

## Sachmangel (dreistufiger Mangelbegriff)

Der Mangelbegriff im Werkvertragsrecht zielt in erster Linie auf die subjektive Beschaffenheit eines Werkes ab und zwar darauf, was zwischen den Vertragspartnern vereinbart wurde. Es gilt der sog. dreistufige Mangelbegriff (vgl. Abb. 2.1), bei dem eine spezielle Rangfolge zu beachten ist. Ist die höhere Stufe nicht einschlägig, so ist die jeweils niedrigere anzuwenden.

Eine Leistung ist dann mit einem Sachmangel behaftet, wenn sie:

- nicht die vereinbarte Beschaffenheit aufweist oder
- nicht die nach dem Vertrag vorausgesetzte Beschaffenheit hat oder
- sich nicht für die gewöhnliche Verwendung eignet bzw. nicht eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken gleicher Art üblich ist und die nach Art der Leistung vom Besteller erwartet werden kann.

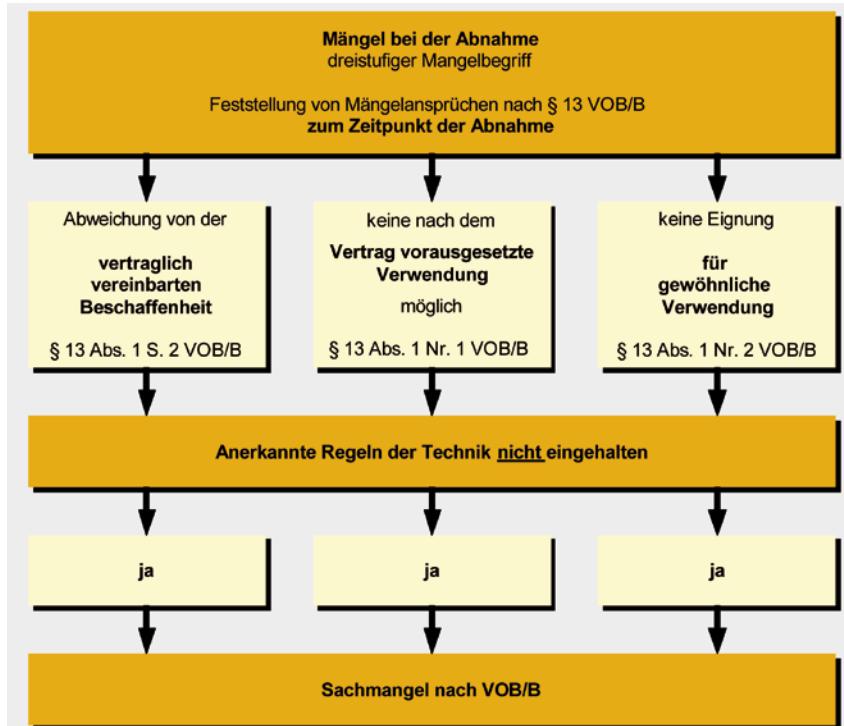


Abb. 2.1: Dreistufiger Mängelbegriff gemäß VOB/B (Quelle: nach VOB/B § 13, Abs. 1)

Die Mängelbegriffe des BGB und der VOB/B stimmen inhaltlich weitestgehend überein. In der VOB/B werden die (allgemein) anerkannten Regeln der Technik zusätzlich ausdrücklich erwähnt. Dies bedeutet, dass in der VOB/B allen 3 Stufen des Mängelbegriffs die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik als Mindeststandard immanent ist. Im BGB wurde hierauf verzichtet, in der Gesetzesbegründung jedoch ausgeführt, dass die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik als generell vom Auftragnehmer geschuldet angesehen wird.

## Schaden und Mangel

Als Schaden können alle negativen Veränderungen an einer Sache (z. B. Bauteil, Gebäude usw.) bezeichnet werden, die aufgrund von Planungs-, Produktions-, Ausführungs-, Nutzungs- oder Aufsichtsfehlern entstehen bzw. Resultat nicht vermeidbarer Einflüsse (z. B. Alterung, höhere Gewalt usw.) sind.

Schäden dürfen nicht automatisch unter dem Gesichtspunkt mangelhafter Bauleistungen gesehen werden, sondern es sind auch die Schäden zu betrachten, die durch schädigendes Nutzerverhalten, Umwelteinflüsse, Alterung und Fremdeinwirkung verursacht werden. Das heißt, dass nicht jeder Schaden gleich-

zeitig auch ein Mangel mit der Folge möglicher Mängelansprüche ist, sondern die beiden Begriffe sorgfältig voneinander zu trennen sind. Schäden, die auf Nutzungsfehler und nicht vermeidbare Einflüsse zurückzuführen sind, begründen keine Mängelansprüche.

## Unregelmäßigkeiten

Beanstandungen des Auftraggebers betreffen nicht nur Mängel und Schäden, sondern können auch andere Unregelmäßigkeiten unterschiedlichen Umfangs betreffen. Unregelmäßigkeiten lassen sich in die folgenden 3 Beurteilungsgruppen einordnen (vgl. Oswald, Abel, »Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden«, 3. Auflage, 2005):

- deutliche, nachzubessernde Mängel
- hinnehmbare Abweichungen, die durch Minderung abgegolten werden und
- hinzunehmende Unregelmäßigkeiten.

Bei Unregelmäßigkeit bei einer Bauleistung kann es sich sowohl um einen Fehler der Funktion als auch der optischen Erscheinung handeln. Es ist individuell unter Berücksichtigung des dreistufigen Mangelbegriffs sowie zusätzlicher objektiver und subjektiver Kriterien zu klären, ob eine Unregelmäßigkeit einen zu beseitigen- den Mangel darstellt oder ggf. unter Vornahme einer Minderung hinzunehmen ist.

## 3 Schadensfälle

### 3.1 Mangelhafte Ausführung eines Kellers aus wasserundurchlässigem Beton

#### Sachverhalt

Im Kellergeschoß eines teilunterkellerten Einfamilienhauses mit massiven Kalksandstein-Außenwänden, Kerndämmung und Verblendmauerwerk im Erd- und Obergeschoß sowie massiven Betonwänden im Kellergeschoß wurde 5 Jahre nach Fertigstellung, im Rahmen des Besitzerwechsels der Immobilie, folgender Sachverhalt festgestellt:

Im Sockelbereich der in die östliche Außenwand einbindenden Kellerinnenwände des Treppenhauses sowie des angrenzenden Kellerraums waren Feuchte- und Feuchtefolgeerscheinungen (Farbabplatzungen, Feuchteverfleckungen, Salzausblühungen und mikrobieller Befall) vorhanden.

Das Gebäude ist im Jahr 2002 durch einen Generalübernehmer errichtet worden. Laut Angabe der neuen Eigentümer sind die Kellerräume von den ehemaligen Besitzern, die auch die Bauherren waren, für eine hochwertige Nutzung (Arbeits- und Gästezimmer) vorgesehen gewesen. Hierfür war die Ausführung des Kellergeschoßes als »weiße Wanne«, also als geschlossene Wanne aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) zugesichert, in Plänen und Verträgen jedoch nicht fixiert worden. Insofern lagen den neuen Eigentümern beim Erwerb keine prüfbaren Planungs- und Ausführungsunterlagen vor, sie sahen für das Kellergeschoß jedoch ebenfalls eine Wohnnutzung vor.



**Abb. 3.1.1:** Feuchteerscheinungen im Sockelbereich der östlichen Außenwand

Die Konstruktion wurde im Zuge der Ursachenermittlung exemplarisch an drei Fußpunkten des betroffenen Bereichs geöffnet:

### 1. Fußpunkt des betroffenen Bereichs im Treppenhaus

Sockelfliesen und Innenputz im Wandbereich, Estrich und Wärmedämmung im Fußbodenbereich wurden partiell entfernt. Das Material unterhalb des Estrichs und der Wärmedämmung stellte sich hierbei als augenscheinlich und fühlbar feucht dar. Der Innenputz war bis in eine Höhe von max. 35 cm ebenfalls augenscheinlich und fühlbar feucht, sowie in seiner Struktur und Festigkeit geschädigt. Im Bereich der Treppenhaus-Außenwand und der einbindenden Innenwände war kein Tapetenwandbelag vorhanden, unterhalb der entfernten Sockelfliesen jedoch Reste eines ehemals offensichtlich vorhandenen Tapetenbelags erkennbar.



**Abb. 3.1.2:** Geöffneter Fußpunkt des betroffenen Bereichs (Estrich, Wärmedämmung, Sockelfliesen, Innenputz)



**Abb. 3.1.3:** Feuchteerscheinungen unterhalb des Estrichs und der Wärmedämmung

## 2. Fußpunkt im Bereich der Kelleraußentür

Nach Öffnen des Fußbodens im Bereich der Kelleraußentür (innen und außen) wurde festgestellt, dass am äußeren Fußpunkt der Kelleraußentür bis OK Betonboden flüssiges Wasser vorhanden war. Am inneren Fußpunkt war das vorhandene lose Material auf der Abklebung der Bodenplatte feucht, die äußeren Anschlussfugen an das aufgehende Sichtmauerwerk waren nicht verschlossen.



**Abb. 3.1.4:** Wasser im Bereich des Fußpunktes der Keller- außentür innen



**Abb. 3.1.5:** Wasser im Bereich des Fußpunktes der Keller- außentür außen

## 3. Fußpunkt an der Außenwand zum nicht unterkellerten Bereich

Das Material unterhalb des Estrichs und der Wärmedämmung war augenscheinlich und fühlbar feucht (sandiges Material auf einer bahnennförmigen Abklebung oberhalb der Bodenplatte). Die Befestigungsschellen der horizontal verlaufenden Heizungsleitungen wiesen Korrosionserscheinungen auf.

Die in Augenschein genommenen Bauteile wiesen insgesamt in den Bereichen der östlichen Außenwände, der angrenzenden Innenwände sowie im Bereich der Kelleraußentür erhebliche Feuchtegehalte auf. Das Risiko eines mikrobiellen Befalls (Wandbereiche), der Metallkorrosion (Bodenplatte) und der Materialveränderung (Estrich, Wärmedämmung, Innenputz) war insofern bei den Bauteilen erheblich, partiell war ein solcher bereits vorhanden. Ebenso wurden erhebliche Ausblühungserscheinungen von bauschädlichen Salzen festgestellt.



**Abb. 3.1.6:** Salzausblühungen im Sockelbereich

Eine Nutzung der betroffenen Räume als Wohnraum war im vorgefundenen Zustand nicht möglich.

## Schadensursache

Aus technischer Sicht war die vorhandene bauliche und materialtechnische Situation kurzfristig nicht unmittelbar Substanz gefährdend. Insbesondere zur Sicherstellung der vereinbarten Nutzung der Kellerräume und um die Dauerhaftigkeit der betreffenden Bauteile nicht einzuschränken, waren aber Maßnahmen zur Ursachenermittlung sowie eine angemessene Sanierungsplanung und deren fach- und sachgerechte Ausführung erforderlich.

Für die zweifelsfreie Ermittlung der Ursache der vorhandenen Feuchtigkeit in den Bauteilen wurden weitergehende Prüfungen der Konstruktion erforderlich, die eine klare Ursachenabgrenzung ermöglichen zwischen

- von außen seitlich bzw. von unten eindringende Feuchtigkeit (z. B. durch eine nicht vorhandene / nicht funktionsfähige WU-Konstruktion) bzw.
- Feuchte aus unentdeckten Leitungswasserschäden im Gebäude.

Fehlerhaftes Nutzerverhalten (Heizen/Lüften) wurde als Ursache für die Entstehung der Feuchtigkeit ausgeschlossen. Insofern handelte es sich zweifelsfrei um einen konstruktiv bedingten Fehler. Zur nachhaltigen Ursachenermittlung und -beseitigung wurde zunächst eine Leckageortung zum Auffinden von eventuellen Leitungsschäden durchgeführt. Da die Prüfung keine Undichtigkeiten ergab, waren Leitungsschäden als Schadensursache ebenfalls auszuschließen.

Die Prüfung der vorhandenen Ausführungsplanung ergab, dass seitens des planenden Architekten die Ausführung einer »weißen Wanne« konstruktiv und materialtechnisch vorgesehen war. Wanddicke und -aufbau sowie eine schriftliche Anmerkung zur Lage eines Fugenblechs ließen einzelne Planungselemente einer »weißen Wanne« erkennen. Es wurde jedoch festgestellt, dass zum Zeitpunkt der Ausführungsplanung keine geprüfte Statik vorlag, die eine notwendige Grundlage für die Planung von WU-Konstruktionen darstellt. Weiterhin waren weder eine Detailplanung noch Beauftragungen, Lieferscheine, Bautagebuch sowie Abnahme- und Mängelprotokolle vorhanden, so dass eine Aussage zur Beschaffenheit der Konstruktion »nach Aktenlage« nicht möglich war. Die definitive Bestimmung der Ausführungsart war folglich nur durch eine Probenahme (zerstörende Prüfung) des verwendeten Betons möglich.

Die labortechnische Untersuchung der durch Kernbohrung entnommenen Proben ergab, dass es sich um einen Normalbeton C25/30 mit einem Wasserzementwert (w/z-Wert) von 0,55 handelt und insgesamt die üblichen Anforderungen an einen Beton mit hohem Wassereindringwiderstand gemäß DIN 1045 »Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton« und DIN EN 206-1 »Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität« erfüllt werden. Insofern war der Beton in materialtechnischer Hinsicht grundsätzlich für die Herstellung einer »weißen Wanne« geeignet. Die Materialproben wiesen ein gleichmäßiges, dichtes und festes Gefüge über den gesamten Querschnitt auf, was auf einen fachgerechten Einbau des Betons schließen lässt.

Die für »weiße Wannen« maßgebliche DAfStb-Richtlinie »Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton« (»WU-Richtlinie«) empfiehlt für Wände aus Ort beton je nach Beanspruchungsklasse Mindestbauteildicken von 20 cm bzw. 24 cm. Die in Rede stehenden Kellerwände weisen Bauteildicken von ca. 25 cm auf.

Zusammengefasst scheinen die Anforderungen an eine »weiße Wanne« bezüglich Baustoff und Bauausführung damit erfüllt. Nicht zu überprüfen war hingegen die Fugenplanung bzw. die Auswahl und Anordnung der Fugenabdichtung. Die Tatsache, dass die Feuchteerscheinungen örtlich begrenzt und ausschließlich im An schlussbereich Außenwand – Bodenplatte auftraten (vgl. Abschnitt *Sachverhalt*), legte somit die Vermutung nahe, dass die Fugenabdichtung in Teilbereichen nicht

funktionsfähig war. Es ist daher anzunehmen, dass das im Erdreich auftretende Wasser aufgrund des augenscheinlich partiell defekten Fugenabdichtungssystems in das Bauwerk eindringen konnte.

## Schadensanierung

Vorrangiges Ziel der Schadensanierung sollte eine dauerhafte Trockenlegung der durchfeuchtenen Kelleraußenwände sein, was die Abdichtung der vorhandenen Undichtigkeiten in der »weißen Wanne« erforderlich machte. Undichtigkeiten bzw. Fehlstellen sind bei WU-Konstruktionen grundsätzlich leicht lokalisierbar. Die Wassereintrittsstelle entspricht üblicherweise auch der Fehlstelle im Bauwerk, die von der Gebäudeinnenseite durch Verpressen abgedichtet werden kann.

Da es sich bei dem abzudichtenden Bereich um die Anschlussfuge zwischen der aufgehenden Kelleraußenwand und der Bodenplatte handelt, musste zuvor die Fuge freigelegt bzw. zugänglich gemacht werden. Dazu wurde in den betroffenen Bereichen der vorhandene Estrich auf Dämmschicht (»schwimmender Estrich«) in einem ca. 1 m breiten Streifen ausgebaut. Das Abdichten der undichten Fugen erfolgte durch Injektion von Polyurethanharz (PUR-I).

Nach erfolgter Fugenabdichtung wurde die Absaugung des freien Wassers und eine fachgerechte technische Hohlraumtrocknung des durchfeuchtenen Fußbodenauflaus im Kellergeschoss durchgeführt sowie der schwimmende Estrich in den rückgebauten Bereichen wieder ergänzt. Weiterhin waren die schadhaften Innenputzflächen zu erneuern und der mikrobielle Befall fach- und sachgerecht zu entfernen.

## Schadenvermeidung

Im Sinne der Schadenprophylaxe ist im vorliegenden Fall die eindeutige Beschreibung der auszuführenden baulichen Maßnahmen mit der Zielformulierung zu nennen, die so detailliert wie erforderlich in der Bau- und Leistungsbeschreibung schriftlich zu fixieren ist. Diese Beschreibung hat Teil des Bauvertrages zu sein.

Entsprechend dieser rechtlichen und technischen Grundlagen sind die erforderlichen Randbedingungen (z. B. Beschaffenheit des Baugrunds) zu prüfen und die Erarbeitung und Ausfertigung der Planunterlagen erforderlich, die in Umfang und Detaillierungsgrad den Erfordernissen anzupassen sind. Insbesondere bei technisch anspruchsvollen Konstruktionen kann zur Sicherstellung der entsprechenden Ausführungsqualität und Schadenvermeidung die Erarbeitung von Detailplänen erforderlich sein. Zusätzlich kann die Einbindung eines unabhängigen Qualitätsprüfers zur Sicherung der notwendigen Planungs- und Ausführungsqualitäten beitragen.

## 3.2 Mangelhafte Rampenabdichtung aufgrund Materialunverträglichkeit der eingesetzten Materialien

### Sachverhalt

Im Rahmen des Um- und Ausbaus eines bestehenden Wohngebäudes im Jahre 2006 wurde die Rampe einer Tiefgarage saniert. Zu den Umbaumaßnahmen gehörte auch das Versetzen einer vorhandenen Entwässerungsrinne. Die vorhandene Entwässerungsrinne wurde verfüllt und eine neue Entwässerungsrinne versetzt eingebaut und abgedichtet. Verwendet wurden hierfür eine Zweikomponenten-Kunststoffabdichtung und eine Entwässerungsrinne aus Kunststoff. An der neu eingebauten Rinne kam es wenige Monate nach Fertigstellung der Umbaumaßnahme infolge eines Starkregenereignisses an einer Schutzbabdeckung des Notüberlaufes zum Rückstau des auf der Abfahrtsrampe angefallenen Oberflächenwassers. Daraufhin wurde die Rampenabdichtung hinterlaufen. Das so unter die Abdichtung gelangte Wasser trat an den nächst gelegenen »Schwachstellen« in dem darunter befindlichen Kellerraum aus.

Als Schadensumfang wird neben dem Feuchteschaden am Gebäude die Schädigung verschiedener Möbel durch Feuchteinwirkung geltend gemacht. Die Möbel lagerten zur Zeit des Schadeneintritts im betroffenen Kellerraum des Gebäudes.



**Abb. 3.2.1:** Wassereintritt im Bereich der Rampenuntersicht



**Abb. 3.2.2:** Feuchteerscheinungen an der Kellerdecke

## Schadensursache

Als schadensursächlich gilt hier der mangelhafte Anschluss der Rampenabdichtung an die neue Entwässerungsrinne.

Der Mangel besteht darin, dass der Kleber der verlegten Dichtbahn lösungsmittelhaltig war und den Polymerbeton der Rinne angelöst hat. In der Folge kommt es zum sogenannten Weichmachereffekt und zum Schaden an den Verbindungsstellen. Die abdichtende Wirkung war somit nicht mehr gegeben.

Die chemische Reaktion der Inhaltsstoffe führte in der Folge dazu, dass die Abdichtung weich wurde und die Dichtungsfunktion verloren ging. Im weiteren Verlauf kam es zum Eindringen von Wasser zwischen Anschluss Rinnenkante und Abdichtungsbahn und in Folge dessen zu Feuchteschäden an der angrenzenden Kellerwand und Kellerdecke.



**Abb. 3.2.3:** Entwässerungsrinne

## Schadensanierung

Zur Beseitigung des Mangels am Anschluss der Rampenabdichtung an die Entwässerungsrinne sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Das Abdichtungsmaterial ist komplett zu entfernen, die Anschlussflächen sind zu reinigen.
- Nach vollständigem Entfernen des alten Abdichtungsmaterials ist die Entwässerungsrinne mit einem Abdichtungsmaterial, für das die Verträglichkeit mit dem Rinnenmaterial nachgewiesen ist, neu abzudichten. Für die Ausführung dieser Arbeiten sind u.a. die »Richtlinien für die Planung und Ausführung von Dächern mit Abdichtungen – Flachdachrichtlinien (Fl-Rtl)«, die DIN 18531 »Dachdichtungsarbeiten«, die DIN 18339 »Klempnerarbeiten« und die DIN 1055 »Lastannahmen im Hochbau (Windsogbelastung der Dachabdichtung)« zu berücksichtigen.

Zur Beseitigung der Feuchteerscheinungen in den Kellerräumen des Gebäudes sind diese nach der Schadenbeseitigung an der Entwässerungsrinne fachgerecht zu trocknen.

## Schadenvermeidung

Planung und Ausführung von Abdichtungsarbeiten entscheiden über eine erfolgreiche Abdichtungslösung.

Um Undichtigkeiten an den Abdichtungsmaterialien von Entwässerungsritten zu umgehen, sollten z.B. Abdichtungen mit nur begrenzt haltbaren Dichtungsmassen und Materialwechsel, die zu Materialunverträglichkeiten führen können, vermieden werden.

Für die Ausführung vergleichbarer Abdichtungsarbeiten sind u.a. die »Richtlinien für die Planung und Ausführung von Dächern mit Abdichtungen – Flachdachrichtlinien (Fl-Rtl)«, die DIN 18531 »Dachdichtungsarbeiten«, die DIN 18339 »Klempnerarbeiten« und die DIN 1055 – »Lastannahmen im Hochbau (Windsogbelastung der Dachabdichtung)« zu beachten.

### 3.3 Fehlerhafte Ausführung einer Bauwerksabdichtung in der Fläche und im Anschluss an einen Anbau

#### Sachverhalt

An ein unterkellertes Mehrfamilienwohnhaus im Bestand wurde auf der Gebäuderückseite ein Neubau, bestehend aus einem Kellergeschoß und Erdgeschoß, angebaut. Um eine Verbindung zwischen Neubau und Altbau herstellen zu können, wurde die Außenwand des Altbau s sowohl im Erdgeschoß als auch im Kellergeschoß, im Bereich des Treppenhauses und Flurs des Neubaus entfernt. Die Bodenplatte des Neubaus liegt ca. 70 cm tiefer als die Bodenplatte des Altbau s. Soweit vor Ort mit Hilfe von Wasserstandsmessungen bei einem bestehenden Pumpenschacht auf der Terrasse des Neubaus festgestellt werden konnte, ist davon auszugehen, dass der neu errichtete Anbau zumindest zeitweise im Grundwasser steht. Das vorhandene Grundwasser wird, falls notwendig, mittels einer Tauchpumpe, die sich im Pumpenschacht befindet, abgepumpt.

Da der Neubau tiefer liegt als der Altbau, musste die Bodenplatte des Altbau s im Übergangsbereich zum Neubau unterfangen werden. Um vom Treppenhaus in die Kellerräume des Neubaus gelangen zu können, wurde eine zusätzliche Holztreppe zwischen Altbau und Neubau montiert.



**Abb. 3.3.1:** Holztreppe am Übergang Altbau – Neubau

Kurz nach Fertigstellung des Neubaus kam es zu Feuchteerscheinungen im Keller des Neubaus. Mit Hilfe einer Bauteilöffnung konnte festgestellt werden, dass die Ursachen der Feuchteerscheinungen mit großer Wahrscheinlichkeit im Bereich der zwischen dem Altbau und dem Neubau montierten Holztreppe zu suchen sind.

Im Rahmen eines Ortstermins wurde festgestellt, dass die im Wandbereich unter der Holztreppe montierten Gipskartonwandplatten bereichsweise durchfeuchtet und verschimmelt waren und dass unter der Wärmedämmsschicht Wasser auf der Abdichtung der Bodenplatte stand.



**Abb. 3.3.2:** Freigelegter Estrich in der Treppennische



**Abb. 3.3.3:** Stehendes Wasser unterhalb der Wärmedämmung in der Treppennische

Auf Grundlage der bisherigen Erkenntnisse und der Messung des Wasserstands im Pumpenschacht bei über 24 Stunden ausgeschalteter Tauchpumpe, ist davon auszugehen, dass bei dem Gebäude der Lastfall »von außen drückendes Wasser« anzunehmen ist. Erkenntnisse über den Bemessungswasserstand aus langjährigen Beobachtungen liegen jedoch nicht vor.

## Schadensursache

### 1. Abdichtung

Soweit bei einem Ortstermin erkennbar war, wurde die Abdichtung der Bodenplatte aus zwei Lagen Bitumenschweißbahnen hergestellt.

Die Schweißbahnen wurden bis an die aufgehenden Unterfangungswände herangeführt und enden vor den Wänden. Die vertikale Innenabdichtung der Unterfangungswände wurde im Übergangsbereich zur Bodenplatte auf die horizontale Abdichtung geführt. Im Eckbereich Bodenplatte/Wand befindet sich zwischen der horizontalen Bodenabdichtung und der vertikalen Wandabdichtung ein Hohlraum. Dieser Hohlraum ist auch am äußeren Rand der vertikalen Wandabdichtung vorhanden. Wasser, welches von außen unter die Abdichtung gelangt, kann sich über den Hohlraum verteilen, und am offenen Ende ins Bauteilinnere austreten.

Im Übergangsbereich der Neubaukellerwand zur bestehenden Altbaukellerwand wurde die Außenabdichtung des Altbaus bis ins Bauteilinnere geführt. Hier sollte die Außenabdichtung wasserdicht an die aufgehende Innenabdichtung der Unterfangungswände angeschlossen werden. Nach dem Öffnen der Innenabdichtung in diesem Übergangsbereich konnte festgestellt werden, dass die Außenabdichtung der Altbauwand im Bereich des Mauerwerks endet. Ein wasserdichter Anschluss an die aufgehende Innenabdichtung ist nicht vorhanden. In diesem Bereich kann Wasser ins Bauteilinnere eindringen.

Die Kellerwände des Neubaus und des Altbau besitzen eine Außenabdichtung. Eine ordnungsgemäße Ausführung vorausgesetzt, verhindert diese Abdichtung, dass Grund- bzw. Sickerwasser die Mauerwerkswände durchfeuchten und ins Bauteilinnere eindringen kann. Die Unterfangung der Bodenplatte des Altbau im Bereich des angrenzenden Neubaus erfolgte mittels Aufmauerung. Ausführungstechnisch können die Unterfangungswände nicht von außen abgedichtet werden, da die Außenseite nach Fertigstellung nicht mehr zugänglich war. Aus diesem Grund verbleibt bei der gewählten Ausführung nur eine Innenabdichtung der Unterfangungswände.

Um eine wasserdichte Wanne zu erreichen, muss:

1. die Außenabdichtung wasserdicht an die Innenabdichtung angeschlossen werden
2. die Abdichtung der Bodenplatte wasserdicht an die Abdichtung der Unterfangswände angeschlossen werden.

Soweit vor Ort festgestellt werden konnte, wurde beides nicht erreicht.

Bei entsprechend hohem Grundwasserstand drückt das Wasser von außen auf die Abdichtung. Über die wasserhinterläufigen Abdichtungsanschlüsse kann das Wasser im vorliegenden Fall ins Bauteilinnere eindringen. Die Ausführung der Abdichtungsmaßnahmen ist diesbezüglich mangelhaft.

Im Bereich der westlichen Außenwand des Neubaus konnten am Übergang zum bestehenden Altbau zwei Undichtigkeiten an der Innenabdichtung festgestellt werden.



**Abb. 3.3.4:** fehlender Anschluss der Außenabdichtung an die Innenabdichtung

## 2. Fixierung der Heizungsrohre

Auf der Abdichtung der Bodenplatte wurden im Keller des Neubaus Heiz- bzw. Wasserrohre verlegt. Die Heiz- bzw. Wasserrohre wurden mit gelochten Blechbändern und Stahlnägeln im Untergrund befestigt. Die Befestigungsnägel durchstoßen die Abdichtung der Bodenplatte. Die Abdichtung wird hierdurch undicht. Die gewählte Befestigungstechnik ist im vorliegenden Fall ungeeignet.

## Schadensanierung

Zur Beseitigung der festgestellten Undichtigkeiten am Übergang Neubau/Altbau sind folgende Maßnahmen notwendig:



**Abb. 3.3.5:** Befestigungspunkt der auf der Abdichtungsebene verlegten Heizleitungen



**Abb. 3.3.6:** Entnommener Befestigungsnagel zur Befestigung der Heizleitungen

- Die Innenabdichtung des Neubaus ist insgesamt freizulegen und auf weitere Undichtigkeiten hin zu untersuchen. Soweit nach dem Freilegen der Innenabdichtung weitere Undichtigkeiten festgestellt werden, sind diese fachgerecht, den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend, zu beseitigen.
- Die Innenabdichtung sowie der Übergang Innenabdichtung/Außenabdichtung ist fachgerecht, den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend, zu überarbeiten.
- Die Befestigungen der auf der Abdichtung verlegten Heiz- bzw. Wasserrohre sind zu entfernen, vorhandene Durchstoßpunkte der Befestigungsnägel sind fachgerecht abzudichten. Anschließend sind die Heiz- bzw. Wasserrohre mit geeigneten Befestigungssystemen auf der Abdichtung zu montieren. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Innenabdichtung nicht durchstoßen wird.

- Im Keller des Neubaus ist ein neuer Estrich einzubauen und mit einer ausreichenden Wärmedämmenschicht zu versehen. Anschließend ist ein neuer Fußbodenbelag herzustellen.
- Die Innentreppe zwischen Altbau und Neubau ist neu herzustellen.

Die Außenabdichtung der Kellerwände wurde bisher nicht weiter untersucht. Es ist daher keine Aussage darüber möglich, ob diese für die anzunehmenden Grundwasserverhältnisse geeignet ist oder nicht. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch Arbeiten an der Außenabdichtung erforderlich werden.

## Schadenvermeidung

Zur Schadenvermeidung sind die Anforderungen der DIN 18195-6 »Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser; Bemessung und Ausführung«, zu erfüllen: Wasserdruckhaltende Abdichtungen müssen Bauwerke gegen von außen hydrostatisch drückendes Wasser schützen und gegen natürliche oder durch Lösungen aus Beton oder Mörtel entstandene Wässer unempfindlich sein. Der Bemessungswasserstand ist möglichst aus langjährigen Beobachtungen zu ermitteln.

Die Abdichtung muss eine geschlossene Wanne bilden oder das Bauwerk allseitig umschließen.

### 3.4 Unzureichender Feuchteschutz eines unterkellerten Einfamilienhauses

#### Sachverhalt

Nach der Durchführung von Kanalarbeiten wurde festgestellt, dass die Kellerräume eines angrenzenden Wohnhauses feucht sind. Bei der Durchführung der Kanalarbeiten soll eine vor dem Wohnhaus verlaufende Dränleitung an einer Stelle beschädigt worden sein. Auf Grund dieser Beschädigung kann das im Gründungsbereich des Einfamilienhauses anfallende Schichtenwasser bzw. kurzzeitig aufstauende Sickerwasser nicht mehr abgeführt werden. Infolge dessen dringt das Wasser in den Keller des Wohnhauses ein.

Im Jahr 2005 ist die vertikale Bauwerksabdichtung im Bereich der Kelleraußenwände des Wohnhauses umlaufend saniert worden. Im Zuge der vorgenannten Sanierung wurde eine kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung auf den Kelleraußenwänden aufgebracht. Eine Dränleitung wurde dabei nicht mit verlegt.



**Abb. 3.4.1:** Wasserpumpenschacht auf dem Grundstück

Bei der Inaugenscheinnahme des Kellergeschosses war zum Zeitpunkt einer durchgeföhrten Ortsbesichtigung eine erhebliche Durchfeuchtung des aus Beton bestehenden Kellerfußbodens sowie eine Durchfeuchtung sämtlicher Keller- außen- und Kellerinnenwände festzustellen. Die Raumhöhe im Kellergeschoss beträgt 1,91 m. Die Geländeoberkante befindet sich ca. 1,50 m über Oberkante Kellerfußboden. Bei der Überprüfung des Durchfeuchtungsgrades mit einem Feuchtemessgerät war im Bereich des Kellerfußbodens als auch im Bereich der Kelleraußenwände eine sehr hohe Bauteildurchfeuchtung festzustellen, die oberhalb der normalen Ausgleichsfeuchte der Wand- und Fußbodenbaustoffe liegt.



**Abb. 3.4.2:** Feuchteschäden am Kellerfußboden

Es wurde festgestellt, dass sich im Fußboden der straßenseitig gelegenen Kellerräume zwei ausgemauerte Aussparungen befinden, bei denen es sich um versickerungsfähige Bodenabläufe handelt. In einem der vorgenannten Bodenabläufe war zum Zeitpunkt der Ortsbesichtigung eine Tauchpumpe installiert, mit der nach Aussage der Eigentümerin das insbesondere nach heftigen Niederschlägen immer wieder von unten über die Versickerungsabläufe eindringende

Grundwasser abgepumpt wird. Eine Bauwerksabdichtung war im Bereich des Kellerfußbodens nicht erkennbar.

## Schadensursache

Ausweislich der Baugrunduntersuchung besteht der im Baubereich in Höhe der Rohrauflager (1,50 m bis 3,0 m unter Geländeoberkante) vorgefundene Baugrund aus bindigen Bodenschichten. Allerdings wurde bei den Baugrunduntersuchungen, bei denen u. a. die Bohrsondierung BS 1 bis 5,50 m abgeteuft wurde, weder Grundwasser noch Stau- oder Schichtenwasser angetroffen. Es war allerdings nicht ersichtlich, zu welcher Jahreszeit die Baugrunduntersuchung durchgeführt wurde.

In Auswertung der durch die Ortsbesichtigung und aus den vorgelegten Unterlagen gewonnenen Erkenntnisse ist der ausführenden Firma der in der Nähe des Grundstückes im Zeitraum Mai bis Juli 2006 ausgeführten Schmutzwasser-



Abb. 3.4.3: Feuchteschäden im Bereich der Kellerwände



Abb. 3.4.4: Sickerablauf im Kellerfußboden mit eingebauter Tauchpumpe

kanalisationarbeiten die Verursachung der Feuchteschäden im Kellergeschoss des Wohnhauses nicht anzulasten.

Die von der Anspruchstellerin als Schadensursache benannte Beschädigung einer Dränleitung basiert auf einer Vermutung, die nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden konnte. Unabhängig davon ist das Vorhandensein einer Dränleitung im Baubereich, insbesondere im Bereich des Standortes des Abwasserpumpwerkes weder in den Planungsunterlagen noch in der von der ausführenden Firma beim zuständigen Versorgungsträger für Entwässerung eingeholten Schachtgenehmigung enthalten. Darüber hinaus konnte das Vorhandensein einer Dränleitung bei den Aushubarbeiten für die Errichtung des Abwasserpumpwerkschachtes nicht festgestellt werden. Insofern wurde nicht stichhaltig nachgewiesen, ob die Dränleitung tatsächlich vorhanden ist und wenn ja, in welcher Tiefe und in welcher Entfernung zum Wohnhaus diese verläuft.

Sofern die Dränleitung vorhanden ist, kann ihre Funktionsuntüchtigkeit auch in einer natürlichen Versandung im Laufe der Nutzungszeit verursacht worden sein.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die in der Nähe des Grundstückes ausgeführten Schmutzwasserkanalisationarbeiten die Feuchteschäden im Kellergeschoss des Wohnhauses nicht verursacht haben. Vielmehr kann durch die im Jahr 2005 am vorgenannten Gebäude erneuerte Bauwerksabdichtung im Bereich der Kelleraußenwände nicht verhindert werden, dass aufstauendes Sickerwasser über die Versickerungsabläufe in das Kellergeschoss gelangt. Unabhängig vom Vorhandensein einer über das Grundstück verlaufenden Dränleitung kann festgestellt werden, dass das Wohnhaus, insbesondere im Bereich des Kellerfußbodens, keine fachgerechte Bauwerksabdichtung nach DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen« besitzt.

Bei entsprechend hohem Grundwasserstand drückt das Wasser von unten über die Versickerungsabläufe und den Kellerfußboden in das Kellergeschoss.

## Schadensanierung

Im vorliegenden Fall wurden die Durchfeuchtungen im Keller des Wohnhauses nicht durch in der Nähe des Grundstückes ausgeführte Schmutzwasserkanalisationarbeiten, bei denen die Dränanlage des Hauses beschädigt worden sein soll, verursacht. Eine vorhandene, funktionstüchtige Dränleitung allein hätte nicht verhindert, dass Wasser in den Keller des Gebäudes eindringt. Vielmehr sind zur Beseitigung und zur dauerhaften Verhinderung von Feuchteerscheinungen im Keller des Gebäudes folgende Maßnahmen erforderlich:

- Die durchfeuchteten Bauteile sind fachgerecht zu trocknen.

- In Anbetracht der im Rahmen der Baugrunduntersuchungen nachgewiesenen bindigen Bodenschichten in einer Tiefe von 1,5–3,0 m, bei denen es sich um wenig durchlässige Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $\leq 10^{-4}$  m handelt, ist im Rahmen der Sanierung der Bauwerksabdichtung der Kellerfußboden gemäß DIN 18195-6 Abschnitt 9, fachgerecht abzudichten.
- Des Weiteren ist der Einbau einer Dränleitung nach DIN 4095 »Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung« in Höhe des Fußpunktes der Kelleraußenwände vorzusehen.

## Schadenvermeidung

Bei der Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen an erdberührenden Bauteilen ist die Feuchtebeanspruchung aus dem Baugrund zutreffend zu berücksichtigen, denn Mängel und Schäden an der Abdichtungsebene oder der Dränung bilden häufig die Schadensursache für Feuchteschäden.

Das Abdichtungssystem ist nach der Normenreihe DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen« für die vorliegende Beanspruchung des Bauwerkes und deren Nutzung zu planen und auszuführen. Dabei wird in der Hauptsache in zwei Abdichtungsebenen unterschieden; die Horizontalabdichtung, sie soll verhindern, dass in das Mauerwerk eingedrungene Feuchtigkeit kapillar aufsteigt, und die Vertikalabdichtung, die das seitliche Eindringen von außen anstehender Feuchtigkeit in das Mauerwerk verhindern soll. Beide Abdichtungsebenen müssen regelgerecht aneinander geführt werden, damit das Bauwerk wirksam gegen Bodenfeuchte geschützt ist.

## 3.5 Unsachgemäße Ausführung einer Bauwerksabdichtung mit KMB

### Sachverhalt

An einem voll unterkellerten, in massiver Bauart erstellten, freistehenden Einfamilienwohnhaus mit nicht unterkellertem, direkt an das Wohngebäude angebauten Nebengebäude, traten wenige Wochen nach der Schlussabnahme bzw. nach Einzug Feuchteschäden auf.

Die Gebäudeaußenwände des Kellergeschosses und der Treppenabgang wurden mit Mauerwerkswänden aus Kalksandstein-Planblöcken hergestellt. Eine Baugrunduntersuchung vor Ausführung der Bauarbeiten wurde nicht durchgeführt. Der seitlich gelagerte Bodenauushub wurde nach Fertigstellung des Kellergeschosses ebenfalls ohne weitere Untersuchungen zur Wiederverfüllung der Baugrube verwandt. Außenseitig vor den Mauerwerkswänden des Kellergeschoss-

ses wurde vor dem Verfüllen der Baugrube eine Abdichtungsebene aus einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB-Beschichtung) hergestellt und laut Angabe des Generalunternehmers mit einem Voranstrich in einem Arbeitsgang ausgeführt. Vor der Abdichtungsebene kamen eine Noppenbahn als Dränelement und eine Perimeterdämmebene zur Ausführung. Unterhalb der ersten Steinschicht der Außen- und Innenwände ist auf der Bauwerkssohle aus Stahlbeton eine Abdichtungsbahn aus Bitumenmaterial verlegt. Die Bauwerkssohle weist eine durchgehende Sohlabklebung im Anschluss an die horizontale Querschnittsabdichtung auf.

Bei Suchschachtungen an der Kelleraußenwand wurden die vorhandene Perimeterdämmebene und die darunter befindliche Noppenbahn entfernt und die Abdichtungsebenen in Teilflächen freigelegt. Zudem wurde eine Bauteilöffnung im Bereich des Fußbodens im Kellergeschoss durchgeführt, bei der der Zementestrich und die Dämmebene oberhalb der Bauwerkssohle entfernt wurden.

Folgende Mängel/Schäden wurden an den einzelnen Bauteilen festgestellt:

- Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (KMB):
  - Die vertikale Abdichtungsebene als KMB-Beschichtung (handelsüblich mit bauaufsichtlicher Zulassung) weist in Teilflächen erhebliche Fehlstellen in Form von Rissbildungen auf. Es wurden in den untersuchten Abschnitten Risse mit maximalen Rissbreiten bis zu ca. 2,5 mm und Risslängen bis zu ca. 30 cm insbesondere an den Fugen der Kalksandstein-Planblöcke der Kelleraußenwand festgestellt. An der KMB-Beschichtung waren diverse mechanische Beschädigungen zu erkennen.



**Abb. 3.5.1:** Risse in der vertikalen KMB-Abdichtungsebene am Treppenabgang

- Die horizontale Querschnittsabdichtung ist als Polymerbitumen-Schweißbahn ausgeführt. Diese wurde nicht mit dem Sohlplattenüberstand verklebt

und weist außenseitig in Bezug zur Außenkante der Kelleraußenwand im Untersuchungsabschnitt einen Überstand von ca. 120 mm auf. Die Überlappungen der vertikalen Mauersperre wurden entsprechend mit  $\geq 200$  mm hergestellt.



**Abb. 3.5.2:** Nicht mit dem Sohlplattenüberstand verklebte horizontale Querschnittsabdichtung

– Nach dem Entfernen der Noppenbahn waren an der vertikalen KMB-Beschichtung flächendeckende tief einbindende »Abdrücke« festzustellen. Aufgrund dessen wurde die Trockenschichtdicke der Abdichtungsebene nennenswert (auf eine noch verbleibenden Trockenschichtdicke in den Abschnitten der Abdrücke von ca. 1,0 mm bis 2,0 mm) reduziert. Des Weiteren ist die KMB-Beschichtung in Teilabschnitten nicht bis an die horizontale Querschnittsabdichtung unterhalb der Kelleraußenwände herangeführt. Der Überstand der Schweißbahn ist im Randbereich der Bauwerkssohle weder verklebt noch bis zur Vorderkante der Kelleraußenwand zurückgeschnitten.



**Abb. 3.5.3:** »Abdrücke« auf der KMB-Beschichtung

- Der Übergang der KMB-Beschichtung zu der horizontalen Abdichtungsebene aus Bitumenschweißbahnen wurde ohne Flaschenkehle (Herstellung aus KMB-Material) ausgeführt bzw. endet oberhalb der Horizontalabdichtung.



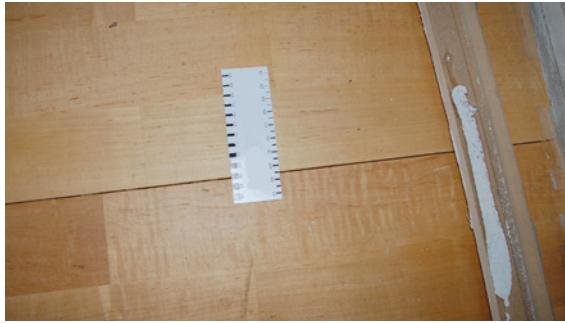
**Abb. 3.5.4:** Fehlende Hohlkehle der KMB-Beschichtung

- Wand- und Bodenflächen im Kellergeschoss:
  - An den Wandsockeln der Außen- und Innenwände wurden an den gespachtelten Putz- bzw. Tapetenoberflächen im gesamten Kellergeschoss in Bezug zu den Referenzflächen erhöhte Feuchtwerte gemessen. An den Wandsockeln auf den Putzflächen wurden erhebliche Feuchteverfleckungen festgestellt, die Innenputzflächen an den Wandsockeln der Außen- und Innenwände im gesamten Kellergeschoss verfärbten sich im Verhältnis zu den darüber befindlichen Wandoberflächen dunkler. In den Räumen mit Wandbelägen lösten sich in den unteren Wandabschnitten die Tapetenbeläge von den Untergründen ab.



**Abb. 3.5.5:** Aufsteigende Feuchte am Wandsockel im Keller

- Der in einem Kellerraum vorhandene Fußbodenbelag aus Fertigparkett weist klaffende Fugen der einzelnen Paneele untereinander auf. Diverse Fugenabschnitte der in einigen Räumen vorhandenen Bodenfliesen verfärben sich dunkel.



**Abb. 3.5.6:** Klaffende Fugen beim Fertigparkett

- Fußbodenkonstruktion des Kellers oberhalb der Bauwerkssohle:
  - Auf der Sohlabklebung oberhalb der Bauwerkssohle wurde im Bereich der Bauteilöffnung des schwimmenden Estrichs »freies Wasser« vorgefunden.



**Abb. 3.5.7:** »Freies Wasser« oberhalb der Sohlabklebung

Aufgrund der vorgefundenen Feuchteerscheinungen wurden sämtliche Leitungsnetze (Frisch-, Abwasser- und Heizleitungen) von einer Fachfirma auf Leckagen geprüft, um im Hinblick auf die Ermittlung der Schadensursache(n) ggf. vorhandene Leitungswasserschäden im Gebäude ausschließen zu können.

## Schadensursache

Die horizontale Querschnittsabdichtung wurde in den Untersuchungsabschnitten an den Sohlplattenrändern nicht regelkonform bis auf die Vorderkante der Kelleraußenwände zurückgeschnitten, sodass es insbesondere unterhalb der horizontalen Bitumenschweißbahn zu Wassereintritten in das Kellergeschoss

kommen konnte. Die KMB-Beschichtung wurde lediglich in einem Arbeitsgang ausgeführt und wies in den untersuchten Abschnitten in Teilflächen erhebliche Fehlstellen bzw. Rissbildungen auf. Der Übergang der KMB-Beschichtung zu der horizontalen Abdichtungsebene aus Bitumenschweißbahnen wurde zudem ohne Flaschenkehle (Herstellung aus KMB-Material) ausgeführt bzw. endet oberhalb der Horizontalabdichtung, so dass hier kein regelgerechter, dichtender Übergang der vertikalen zur horizontalen Abdichtungsebene entsteht.

Im Bereich der »Abdrücke« ist die erforderliche Trockenschichtdicke von mindestens 3 mm deutlich unterschritten worden. Die Noppenbahnen wurden offensichtlich vor dem vollständigen Durchtrocknen der KMB-Beschichtung an die Kelleraußenwand geführt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die ausgeführte Bauwerksabdichtung des Kellergeschosses insgesamt nicht den gültigen normativen Vorgaben und anerkannten Regeln der Technik entspricht und insofern mängelbehaftet ist. Die Wassereintritte und die in der Folge entstehenden Feuchteerscheinungen sind auf die nicht fachgerecht ausgeführte Bauwerksabdichtung zurückzuführen.

Die Herstellervorgaben bzw. Verarbeitungsrichtlinien des Systemgebers der KMB-Beschichtung wurden unter den o. g. Gesichtspunkten nicht eingehalten, so dass hier eindeutig ein Verarbeitungs- bzw. Ausführungsfehler seitens des ausführenden Unternehmens vorliegt.

Die Bitumen-Schweißbahn als horizontale Mauersperre unterhalb der Kelleraußenwände ist für den vorliegenden Abdichtungsfall ungeeignet und entspricht weder den normativen Vorgaben der DIN 18195 noch den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Entsprechend der Bau- und Leistungsbeschreibung sollte die Bauwerksabdichtung der erdberührenden Bauteile für den Lastfall »Bodenfeuchte« ausgeführt werden. Dies ist laut Baugrundgutachten, welches im Rahmen der gutachterlichen Tätigkeit in Auftrag gegeben wurde, unzureichend. Das eingebaute Füllmaterial der Baugrube übersteigt die kritische Grenze des sog. kf-Wertes (= Durchlässigkeitsbeiwert des Bodenmaterials) von  $10^{-4}$  m/s für die Lastfälle »Bodenfeuchte« erheblich. Es kann insofern an der Kelleraußenwand bei den derzeitigen Bodenverhältnissen nicht nur zu »aufstauendem« Sickerwasser, sondern sogar zu »drückendem« Wasser kommen.

Aufgrund der örtlich festgestellten Mängel an der KMB ist die Bauwerksabdichtung weder für den Lastfall »Bodenfeuchte« (gemäß DIN 18195-4 »Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte [Kapillarwasser, Haftwasser] und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung

und Ausführung«) noch für den Lastfall »aufstauendes Sickerwasser« (gemäß DIN 18195-6 »Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung«) geeignet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das eingebaute Bodenmaterial zur Verfüllung der Baugrube für das ausgeführte Abdichtungskonzept des Lastfalls »Bodenfeuchte« und der damit verbundenen Wasserbeanspruchung aus dem Baugrund ungeeignet ist. Das Bodenmaterial weist keine ausreichende Versickerungsfähigkeit auf, so dass davon auszugehen ist, dass es im Bereich der Kelleräußenwände nicht nur zu einer Wasserbeanspruchung des Lastfalls »zeitweise aufstauendes Sickerwasser« kommt, sondern mit dem Lastfall »drückendes Wasser« zu rechnen ist. Die gesamte Abdichtung des Bauwerks ist dementsprechend mangelhaft und nicht dauerhaft funktionsfähig.

## Schadensanierung

Zur Beseitigung der Feuchteerscheinungen im Kellergeschoss des Gebäudes sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Das für den beauftragten Lastfall »Bodenfeuchte« ungeeignete Füllmaterial der Baugrube ist umlaufend um das Gebäude zu entfernen, abzutransportieren und nach der Sanierung der Bauwerksabdichtung durch Füllsand mit einem kf-Wert von  $> 10^{-4}$  m/s zu ersetzen.
- Die äußere Abdichtungsebene aus kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung (KMB) ist nach dem Rückbau der Perimeterdämmebene bzw. Noppenbahn in der Fläche den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Hersteller- und Verarbeitungsvorgaben entsprechend fachgerecht zu sanieren. Es ist ein regelkonformer Übergang der vertikalen KMB-Beschichtung zur Querschnittsabdichtung herzustellen. Die Noppenbahn und die Perimeterdämmebene sind nach entsprechender Durchtrocknung der sanierten Abdichtungsebenen fachgerecht neu herzustellen.
- Der Hohlraum des Estrichs und die Wandsockel sind fachgerecht zu trocknen. Das geschädigte Fertigparkett ist zu erneuern.

## Schadenvermeidung

Zur Schadenvermeidung sind Gebäude fachgerecht und nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik abzudichten. An erdberührenden Bauwerksteilen wie z. B. an Bodenplatten, Kelleraußenwänden und Gebäudesockeln, sind Bauwerksabdichtungen erforderlich. Diese schützen die Gebäude bzw. Gebäudeteile vor Feuchteeinwirkungen aus dem Baugrund. Die Art, Wahl, Ausführung und Bemessung von Abdichtungen erdberührender Bauteile erfolgt in Abhängigkeit von

der Beanspruchung der Bauwerke und ist im Wesentlichen in der Normenreihe DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen« geregelt. Bei der Abdichtung von erdberührenden Wänden bzw. Sockelbereichen sind im Wesentlichen zwei Abdichtungsebenen zu unterscheiden:

- Die Horizontalabdichtung (Querschnittsabdichtung), die verhindern soll, dass in das Mauerwerk eingedrungene Feuchtigkeit kapillar aufsteigt, und
- die Vertikalabdichtung, die das seitliche Eindringen von außen anstehender Feuchtigkeit in das Mauerwerk verhindern soll.

Eine Abdichtung kann dabei immer nur dann wirksam sein, wenn beide Abdichtungsebenen funktionsfähig sind und regelgerecht aneinander geführt werden.

## 3.6 Mangelhafter Anschluss einer Rohrdurchführung an die Bauwerksabdichtung

### Sachverhalt

An einem im Jahr 2005 fertiggestellten Einfamilienwohnhaus kam es kurze Zeit nach Fertigstellung zu Undichtheiten an einer Hauseinführung eines Elektrokabels durch die Kelleraußenwand. Die Außenwände des betroffenen Kellergeschosses sind ausweislich der vorliegenden Unterlagen als Elementwände mit Kernbeton in einer Stärke von 30 cm geplant und hergestellt. Das Kellergeschoss ist nach Angabe in der Bau- und Leistungsbeschreibung als sog. »Weiße Wanne« bis auf 50 cm über der Oberkante der Bauwerkssohle ausgeführt, so dass im unteren Abschnitt der Kelleraußenwände technisch von einer druckwasserhaltenden Bauwerkskonstruktion auszugehen ist. Die Fuge zwischen der Bauwerkssohle und der aufgehenden Kelleraußenwand wurde mit einem innen liegend umlaufenden Fugenband ausgeführt. Die durchgeführte Baugrunduntersuchung legt im Hinblick auf die Ausführungsplanung den Bemessungswasserstand auf 1,90 m unter der Geländeoberkante (GOK) fest. Diese Höhe entspricht planerisch der Oberkante der Rohsohle des Kellergeschosses.

Die Kellerlichtschächte und die Durchdringungen der erdberührenden Kelleraußenwände sind gemäß den Angaben der vorliegenden Bau- und Leistungsbeschreibung nicht druckwasserdicht, sondern gegen die Wasserbeanspruchung »Bodenfeuchte« abgedichtet worden.

Die mangelhafte Hauseinführung wurde durch das Bauunternehmen zur Vorbereitung für den Hausanschluss des örtlichen Stromversorgers mit einem Kanalgrundrohr (KG-Rohr) in einer Kernbohrung hergestellt und eingedichtet. Hier wurde durch den Energieversorger das Elektrokabel eingesetzt. Der verbleibende

Hohlraum zwischen Elektrokabel und Mantelrohr wurde anschließend durch den Unternehmer mit Mörtel verschlossen.

Nach lange andauernden und heftigen Niederschlägen kam es im Bereich der Hauseinführung für das Elektrokabel zum Wassereintritt durch die Kelleraußenwand in das Untergeschoss des Gebäudes. Durch das eingedrungene Wasser wurden mehrere Einrichtungsgegenstände im Kellergeschoss beschädigt. Es kam zudem durch das beim Wassereintritt mit eingespülte Bodenmaterial zu erheblichen Verschmutzungen an der Kellerwand und auf dem Kellerfußboden im Hausanschlussraum.

## Schadensursache

Nach Angabe des Bauunternehmers wurde die Abdichtungsebene im Bereich der Rohrdurchführung ohne Voranstrich in einem Arbeitsgang ausgeführt. Der Zwischenraum zwischen dem durch den Energieversorger eingesetzten Erdkabel für die Stromversorgung des Gebäudes und dem Mantelrohr wurde durch das Bauunternehmen mit Mörtel, ohne weitere Abdichtungsmaßnahmen vorzunehmen, verschlossen. Aufgrund des bekannten Bemessungswasserstandes auf einer Höhe von 50 cm oberhalb der Bauwerkssohle und der örtlich untersuchten Bodenverhältnisse ist für die Abdichtung der Rohrdurchführung (ca. 1,00 m über dem Bemessungswasserstand) der Lastfall »Bodenfeuchte« gemäß der DIN 18195-4 maßgebend und anzuwenden. Für diesen Lastfall können für Anschlüsse an Einbauteile mit Aufstrichen aus Bitumen aus spachtelbaren Stoffen z. B. als Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (KMB) ausgeführt werden. Diese Abdichtungsanschlüsse sind dabei hohlkehlenartig an die Durchdringungen anzuarbeiten oder bei Abdichtungsbahnen entweder mit Klebeflansch, An-schweißflansch oder mit Manschetten und Schelle anzuschließen.



**Abb. 3.6.1:** Außenseitiger Anschluss des Mantelrohres an die Kelleraußenwand

An der Hauseinführung sind folgende Mängel festzustellen:

- Undichtheiten der bituminösen Abdichtung am Bauteilübergang KG-Rohr/ Kelleraußenwand
- fehlende Hohlkehle
- unzureichende Trockenschichtdicke im Anschlussbereich der Bitumenabdichtung auf der Kelleraußenwand
- Auftrag erfolgte in nur einem Arbeitsgang.



**Abb. 3.6.2:** Abdichtung auf der Kelleraußenwand an der Durchführung

Aufgrund der örtlich festgestellten Mängel ist der Abdichtungsanschluss der Rohrdurchführung an die Kelleraußenwand sowie der Einsatz von Mörtel im Zwischenraum der Innenwandung des KG-Rohres und des Kabelstranges im Hinblick auf eine wirksame und funktionsfähige Abdichtungsmaßnahme nicht regel- bzw. richtlinienkonform ausgeführt. Insofern konnte Niederschlagswasser aus dem Erdreich zum einen im Bereich des mangelhaften Abdichtungsanschlusses zwischen Mantelrohr und Stahlbetonkonstruktion und zum anderen im Bereich der Vermörtelung am Erdkabel durch das Mantelrohr in das Innere des Bauwerks gelangen und hatte in der Folge zu den Feuchteerscheinungen im Hausanschlussraum geführt.

Aus technischer Sicht übernehmen der Einsatz und die Verarbeitung von Mörtel im Sinne einer fachgerechten Bauwerksabdichtung an den Durchdringungen bei erdberührenden Bauteilen keinerlei abdichtende Funktion.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die in Rede stehende Rohrdurchführung insgesamt mangelhaft ausgeführt ist, nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik bzw. den gültigen normativen Vorgaben entspricht und zu den Feuchteerscheinungen geführt hat.



**Abb. 3.6.3:** Außenseitiger Anschluss des Mantelrohres an die Kelleraußenwand – Mantelrohr besitzt keine dichtende Verbindung zur Stahlbetonkonstruktion

## Schadensanierung

Zur Beseitigung der innenseitigen Feuchteerscheinungen im Hausanschlussraum sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Die bereits im Zuge der Suchschachtung freigelegte Rohrdurchführung ist unter Berücksichtigung der KMB-Richtlinie fachgerecht, den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend, abzudichten.
- Der Mörtel im Ringsspalt zwischen KG-Rohr und Medienkabel ist zu entfernen. Zur Abdichtung des Ringspaltes ist ein entsprechender Dichtsatz einzubauen. Dabei ist zu beachten, dass die innere Oberfläche des Mantelrohres und die Oberfläche des Medienkabels ausreichend sauber sind, dass das Medienrohr spannungsfrei ist und das Einsetzen des Dichtsatzes nach den Hersteller- und Verarbeitungsrichtlinien des entsprechenden Produktes erfolgt.

## Schadenvermeidung

Grundsätzlich können Durchdringungen in Form von Rohrdurchführungen in allen Ebenen der Abdichtung durchstoßen. Diese sollten allerdings so angeordnet sein, dass sie die Abdichtungen möglichst im Bereich des Lastfalls »Bodenfeuchte« und »nicht drückendes Sickerwasser« durchstoßen.

Durchdringungen als Hauseinführungen sind im Bereich erdberührender Bauteile grundsätzlich abzudichten. Die Art und Wahl der Abdichtungsmaßnahmen an diesen Hauseinführungen sind abhängig von den Randbedingungen (u. a. Versickerungsfähigkeit des Bodens, Bemessungswasserstand) und den daraus resultierenden Wasserbeanspruchungen, die auf das Bauteil bzw. die Durchdringungen wirken.

Die regelgerechte Ausführung von Durchdringungen ist u. a. in der DIN 18195-9 »Bauwerksabdichtungen – Teil 9: Durchdringungen, Übergänge, An- und Abschlüsse« geregelt. Gemäß Abschnitt 4.1 »Dichtheit« müssen die Dichtheit von Durchdringungen, Übergängen und An- und Abschlüssen »(...) erforderlichenfalls mit Hilfe von Einbauteilen so geplant und hergestellt sein, dass sie nicht hinter- oder unterlaufen werden können. Die dazu erforderlichen konstruktiven undabdichtungstechnischen Maßnahmen sind auf die zu erwartende Wasserbeanspruchung abzustimmen.«

Bauwerksanschlüsse an unterirdische Rohrdurchführungen für den Lastfall »Bodenfeuchte« und »nichtstauendes Sickerwasser« können z. B. mittels eines Abdichtungsanschlusses aus kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung (KMB) ausgeführt werden. Die KMB-Beschichtung am Übergang der Bauteile ist dabei hohlkehlenartig an die Durchdringung anzuarbeiten. Eine ausreichende Haftung zwischen der Bitumendickbeschichtung und Rohrmaterials ist z. B. durch Aufrauen der Oberfläche der Durchdringung sicherzustellen.

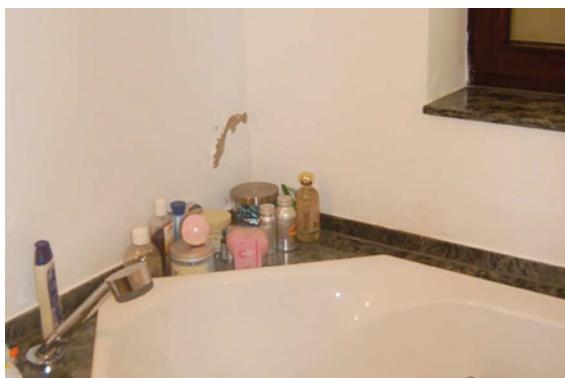
Der Ringspalt zwischen Elektrokabel und der Innenwandung des Mantelrohres ist mit einem entsprechenden Dichtsatz abzudichten. Um das Elektrokabel nicht demontieren zu müssen, ist ein teilbarer Dichtsatz zu verwenden, um den Wassereintritt zwischen dem KG-Rohr und dem Leitungsstrang in das Gebäude zu unterbinden. Hierfür sind am Markt zahlreiche Produkte für die verschiedensten Rohrquerschnitte bzw. -abmessungen und Anwendungsfälle erhältlich.

### 3.7 Unsachgemäße Ausführung einer Bauwerksabdichtung mit KMB und fehlender Anschluss an die Sohlplatte

#### Sachverhalt

An einem bestehenden Einfamilienhaus wurden umfangreiche Umbau- und Sanierungsarbeiten durchgeführt. Im Rahmen der Baumaßnahmen wurden u. a. im Kellergeschoss ein Schlafräum und ein Badezimmer angeordnet. Oberhalb der Kellergeschossdecke wurde ein Wintergarten errichtet, an den die neu angelegte Terrasse anschließt. Weiterhin wurde das vorhandene, unterirdisch gelegene Schwimmbad rückgebaut. Dessen Erschließung erfolgte ursprünglich über das jetzige Badezimmer, die Türöffnung wurde im Zuge der Umbaumaßnahmen jedoch zugemauert und mit einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) abgedichtet. Abschließend wurden die erdberührten Bauwerkswände mit einer Perimeterdämmung versehen.

Etwa ein halbes Jahr nach Abschluss der Arbeiten wurde im Kellergeschoß eine Durchfeuchtung an der Innenoberfläche der Badezimmeraußenwand festgestellt. Als Ursache wurde ein Wassereintritt über einen fehlerhaften Anschluss des Kellerlichtschachtes angenommen und in der Folge mit einer Dichtungsschlämme nachgearbeitet. Ein Jahr später kam es im Badezimmer erneut zu einer Durchfeuchtung an der Außenwand, wobei nun auch die Außenwand des angrenzenden Schlafzimmers betroffen war. Die am Innenputz entstandenen Schäden wurden von dem schon vorher beauftragten Bauunternehmen durch Entfernen des beschädigten Putzes und Neuauflägen eines Sanierputzes behoben. Nach einem weiteren halben Jahr traten im Bad und im Schlafzimmer erneut Durchfeuchtungen an den Außenwänden auf. Der Innenputz wies teilweise ausgeprägte Wasserränder bis in eine Höhe von rund 30 cm mit Salzausblühungen und Farbabplatzungen auf (vgl. Abb. 3.7.1 + 3.7.2).



**Abb. 3.7.1:** Farbabplatzungen am Innenputz der Kelleraußenwand im Badezimmer



**Abb. 3.7.2:** Ausgeprägte Wasserränder, Salzausblühungen und Farbabplatzungen am Innenputz der Kelleraußenwand im Schlafzimmer

Im Rahmen einer Ortsbegehung wurde festgestellt, dass an der in Rede stehenden Kelleraußenwand direkt vor dem Wintergarten eine Entwässerungsrinne angeordnet ist. Die Rinne ist durch ein Blech in zwei Abschnitte geteilt, die auf unterschiedliche Weise entwässert werden. Der eine Teil der Rinne weist eine Aussparung im Boden auf, so dass anfallendes Niederschlagswasser in den darunter angebrachten Lichtschacht des Badezimmerfensters und von dort über dessen Entwässerungsablauf entwässert (vgl. Abb. 3.7.3). Der andere Teil der Rinne entwässert über einen separat angeordneten Ablauf in das angrenzende Erdreich vor der Badezimmers Außenwand. Bei einem Bewässerungsversuch wurde die Entwässerungsrinne über einen Zeitraum von mehreren Minuten mit Wasser gefüllt (vgl. Abb. 3.7.4) und die Ableitung des Wassers beobachtet. Es war festzustellen, dass das Wasser über die Aufstandsuge zwischen der aufgehenden Kelleraußenwand und der Sohlplatte in das Gebäude eindringt.



**Abb. 3.7.3:** Entwässerungsrinne mit Aussparung, Blick in den Kellerlichtschacht vor dem Badezimmerfenster

Um die Ausführung der Bauwerksabdichtung zu überprüfen, wurde daraufhin die Kelleraußenwand im Bereich des Badezimmers bzw. unterhalb des Wintergartens freigelegt (vgl. Abb. 3.7.5). Dabei wurde festgestellt, dass auf der gesamten Wandfläche eine KMB mit einer Schichtstärke von 1–5 mm aufgetragen war. Ein Voranstrich auf der Wand aus Kalksandsteinmauerwerk war augenscheinlich nicht vorhanden. Darüber hinaus war die KMB ohne Ausbildung einer Hohlkehle im Anschlussbereich der aufgehenden Kelleraußenwand zur vorstehenden Sohlplatte ausgeführt worden (vgl. Abb. 3.7.6). Auf der KMB war eine 8 cm starke Perimeterdämmung aufgebracht (vgl. Abb. 3.7.7).

Weiterhin wurde die Kelleraußenwand vor dem Schlafzimmer freigelegt. Auch hier wies das Kalksandsteinmauerwerk keinen Voranstrich unter der KMB auf, und die KMB war ebenfalls ohne Ausbildung einer Hohlkehle im Übergang zur Sohlplatte ausgeführt worden. Es wurde weiterhin festgestellt, dass die Bau-



**Abb. 3.7.4:** Entwässerungsrinne mit  
separatem Ablauf, Bewässerungsversuch



**Abb. 3.7.5:** Freigelegte Kelleraußenwand vor dem  
Badezimmer

werksabdichtung ohne Dränung ausgeführt worden ist. Eine Untersuchung des Bodens ergab, dass das anstehende Erdreich aus stark bindigem Boden besteht.

## Schadensursache

Im Rahmen der Umbau- und Sanierungsarbeiten am Gebäude wurde das ursprünglich über den Keller zugängliche, unterirdisch gelegene Schwimmbad rück-



**Abb. 3.7.6:** Kelleräußenwand, Ausführung der KMB ohne Ausbildung einer Hohlkehle im Anschlussbereich der Wand zur vorstehenden Sohlplatte



**Abb. 3.7.7:** Kelleräußenwand, freigelegte KMB mit Perimeterdämmung

gebaut. Nach dem Verschließen der Wandöffnung für die Zugangstür wurden die Kelleräußenwände mit einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung abgedichtet und mit einer Perimeterdämmung versehen. Anschließend wurde der Arbeitsraum mit bindigem, also tendenziell wenig durchlässigem Boden verfüllt.

Wie der Bewässerungsversuch gezeigt hat, konnte das abgeleitete Wasser über die Aufstandsufe der Kelleräußenwand in die Wandkonstruktion eindringen (vgl. Abschnitt *Sachverhalt*). Ursächlich für den Wassereintritt ist das Fehlen einer Hohlkehle im Anschlussbereich Außenwand / vorstehende Sohlplatte. Aufgrund des angefüllten bindigen Bodens kam es vor der Kelleräußenwand zeitweise zu aufstauendem Sickerwasser, welches über die fehlerhaft abgedichtete Aufstandsufe in die Kelleräußenwände eindringen und in der Folge die Feuchte- und Folgeschäden am Innenputz herbeiführen konnte.

Die aufgetretenen Feuchtigkeitsschäden im Kellergeschoss des Wohnhauses sind daher auf eine nicht fachgerecht hergestellte Bauwerksabdichtung zurückzuführen. Das Fehlen der Hohlkehle im Anschlussbereich Außenwand/Sohlplatte hätte der zuständige Architekt im Rahmen der Bauüberwachung feststellen müssen.

## Schadensanierung

Zur Schadensanierung war der gesamte Austausch der fehlerhaft ausgeführten Bauwerksabdichtung erforderlich. Dazu wurde die Perimeterdämmung sowie die KMB vollständig entfernt und die Kelleraußenwand gründlich gereinigt. Entsprechend der »Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile« (so genannte Dickbeschichtungsrichtlinie) wurde der Anschlussbereich Außenwand / vorstehende Sohlplatte als Hohlkehle aus Zementmörtel (MG III) ausgebildet. Die Kelleraußenwand erhielt weiterhin einen Voranstrich aus Bitumen-Emulsion, um die Haftung der nachfolgenden KMB zu gewährleisten. In Abhängigkeit vom vorliegenden Lastfall *aufstauendes Sickerwasser* wurde nach den Vorgaben der DIN 18195-6 »Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser; Bemessung und Ausführung« eine KMB mit Verstärkungseinlage aufgebracht und abschließend mit einer Schutzschicht aus Perimeterdämmplatten versehen.

## Schadenvermeidung

Bei wenig durchlässigen Böden ist davon auszugehen, dass in den Arbeitsraum eindringendes Oberflächen- und Sickerwasser vor den Bauteilen zeitweise aufstaut und diese als Druckwasser beansprucht. In solchen Fällen sind erdberührte Bauwerke und Bauteile entsprechend DIN 18195-6 »Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser; Bemessung und Ausführung« sowie der »Dickbeschichtungsrichtlinie« abzudichten.

Demnach sollte der Untergrund vor dem Aufbringen einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung gründlich gereinigt und (insbesondere bei mineralischen Untergründen) mit einem geeigneten, auf den Untergrund und die nachfolgende Abdichtung abgestimmten Voranstrich grundiert werden. Der Anschlussbereich Außenwand / vorstehende Sohlplatte ist grundsätzlich als Hohlkehle auszubilden. Üblicherweise werden dafür Mörtel der Mörtelgruppe MG III (Zementmörtel) oder kunststoffmodifizierte Mörtel verwendet.

Die Ausführung der KMB erfolgt in zwei Arbeitsgängen, wobei bei dem Lastfall aufstauendes Sickerwasser nach dem ersten Arbeitsgang eine Verstärkungslage einzulegen ist. Vor dem Auftrag der zweiten Abdichtungsschicht muss die erste Abdichtungsschicht soweit getrocknet sein, dass sie durch den nachfolgenden Auftrag nicht beschädigt wird. Die vorgeschriebene Mindestschichtdicke beträgt für den Lastfall aufstauendes Sickerwasser 4 mm. Es ist zu beachten, dass diese Mindestschichtdicke an keiner Stelle unterschritten werden darf.

Im Anschlussbereich Außenwand / vorstehende Sohlplatte ist die Abdichtung aus dem Wandbereich mindestens 100 mm auf die Stirnfläche der Sohlplatte oder des Fundaments herunterzuführen. Die KMB ist grundsätzlich mit einer Schutzschicht nach DIN 18195-10 »Bauwerksabdichtungen – Teil 10: Schutzschichten und Schutzmaßnahmen« zu versehen, die die Bauwerksabdichtung dauerhaft vor mechanischen Beschädigungen schützt. Geeignet hierfür sind beispielsweise Perimeterdämmplatten, die gleichzeitig auch die Funktion der Wärmedämmung übernehmen.

### 3.8 Einbau eines ungeeigneten Betons für eine Sohlplatte in einem Stallgebäude

#### Sachverhalt

In einem neu errichteten Stallgebäude für Jungrinder wurden bereits kurz nach der Fertigstellung erhebliche Oberflächenschäden an dem Betonboden der Mistgänge festgestellt. Bei dem Stall handelt es sich um ein flach gegründetes, allseits umschlossenes und überdachtes Gebäude, das als Leichtbaukonstruktion auf einer Stahlbeton-Sohlplatte auf Streifenfundamenten ausgeführt wurde. An den Längsseiten sind die Liegeplätze für die Jungrinder angeordnet, die von jeweils 2 Mistgängen flankiert werden (vgl. Abb. 3.8.1). Mittig durch die Halle verläuft ein Gang mit den Futtertischen. Die Mistgänge sind 3,0 m breit und ca. 20,0 cm gegen die angrenzenden Liegeplätze abgesenkt. Die Planung für die Ausführung der Mistgänge erfolgte gemäß DIN 1045-1 »Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion« (Ausgabe 2001-07). Aus dem Leistungsverzeichnis (LV) geht hervor, dass ein Beton B 25 WU auf einer 0,2 mm starken PE-Folie mit einer Dicke von 18,0 cm einzubauen war.



**Abb. 3.8.1:** Blick vom Mittelgang des Stallgebäudes auf die Mistgänge

Dem Lieferschein des Betonherstellers ist zu entnehmen, dass der eingebaute Beton der Festigkeitsklasse B 25 entspricht. Die im LV geforderte Eigenschaft der Wasserundurchlässigkeit des Betons ist nicht angegeben.

Im Rahmen einer Ortsbesichtigung wurde festgestellt, dass die Betonoberflächen der insgesamt 4 Mistgänge starke Beschädigungen aufwiesen. Der Zementstein war großflächig nicht mehr vorhanden, so dass die Gesteinskörnungen frei lagen (vgl. Abb. 3.8.2 + Abb. 3.8.3). Auf den Liegeflächen und dem Mittelgang mit den Futtertischen waren keine Oberflächenschäden zu erkennen.



**Abb. 3.8.2:** Oberflächenschäden am Betonboden in einem Mistgang



**Abb. 3.8.3:** Betonoberfläche mit freiliegender Gesteinskörnung

Für weitergehende Untersuchungen wurde aus dem Betonboden der Mistgänge je ein Bohrkern entnommen. Wie die Überprüfung zeigte, war bei allen 4 Bohrkernen über den gesamten Querschnitt ein gleichmäßiges Betongefüge festzustellen, das zudem eine Vielzahl von Lufteinschlüssen aufwies. Ungefähr in der Mitte jedes Bohrkerns war eine einlagige Bewehrung zu erkennen. Die Länge der Bohrkerne variierte zwischen 15,0 und 20,0 cm.

## Schadensursache

Planungsgrundlage für das Herstellen von Stallfußböden ist vor allem das Zement-Merkblatt Landwirtschaft LB 12 »Bauausführung dauerhafter planbefestigter Stallfußböden« (Ausgabe 1997-11; ersetztlos zurückgezogen). Aus den üblichen Beanspruchungen (z. B. dauerhafter Kontakt mit Ausscheidungen der Nutztiere, Befahren mit landwirtschaftlichen Geräten) ergeben sich demnach eine Vielzahl von Anforderungen an Stallfußböden. Hierzu gehören u. a. eine bestimmte Belastbarkeit (durch Tiere, Arbeitsgeräte), Undurchlässigkeit für Flüssigkeiten (Schutz des Grundwassers vor Verschmutzungen) sowie Beständigkeit gegen chemische Angriffe (durch Gülle, Gäräuren). Entsprechend dem Zement-Merkblatt Landwirtschaft LB 13 »Dichte Behälter für die Landwirtschaft« (Ausgabe 1998-12; z. T. aufgegangen in LB 14 »Beton für Behälter in Biogasanlagen« Ausgabe 2010-12) ist der Boden eines Stallgebäudes für die Nutztierhaltung – aufgrund der Belastung durch die Ausscheidungen der Tiere – der Bodenplatte eines Güllebehälters gleichzusetzen. Demnach sollte der Beton eine Festigkeitsklasse  $\geq B\ 25$  aufweisen. Darüber hinaus werden als besondere Eigenschaften die Wasserundurchlässigkeit und ein hoher Widerstand gegen schwach chemischen Angriff gefordert.

Ein WU-Beton ist allein aufgrund seiner Zusammensetzung als beständig gegen chemische Angriffe zu bezeichnen. Dies erklärt sich aus dem Wasserzementwert ( $w/z$ -Wert) und der damit verbundenen Druckfestigkeit und Kapillarporosität des Zementsteins. Je geringer der  $w/z$ -Wert des (Frisch-)Betons, desto geringer der Anteil an Überschusswasser und desto weniger saugfähige Poren im (Fest-)Beton. Daher ist in DIN 1045-2 »Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1« (Ausgabe 2001-07) für WU-Betone ein Wasserzementwert  $w/z \leq 0,60$  als oberer Grenzwert definiert, der ebenso für Betone mit hohem Widerstand gegen schwach chemischen Angriff gilt.

Für die Ausführung der Mistgänge wurde ein Beton der Festigkeitsklasse B 25 mit der Eigenschaft der Wasserundurchlässigkeit ausgeschrieben. Dieser Beton ist für die vorhandene Belastung grundsätzlich geeignet. Wie dem Lieferschein des Betonherstellers zu entnehmen ist, wurde ein Beton B 25 ohne die geforder-

te Eigenschaft der Wasserundurchlässigkeit eingebaut. Daraus resultiert, dass der Beton auch keinen Widerstand gegen schwach chemischen Angriff besitzt, dem er aufgrund der Einbausituation jedoch dauerhaft ausgesetzt war. Als Folge kam es zu einer Zersetzung des Zementsteins und der damit verbundenen Freilegung der Gesteinskörnung. Die Oberflächenschäden an dem Betonboden der Mistgänge sind insofern auf einen korrosiven Angriff auf den Zementstein des Betons zurückzuführen.

Es ist zudem darauf hinzuweisen, dass bei Anwendung der Normenreihe DIN 1045 (ab Ausgabe 2001) der Beton im LV nicht als ein B 25 WU sondern als ein Beton C 25/30 mit der entsprechenden Expositionsklasse XA 1 (Beton mit hohem Widerstand gegen schwachen chemischen Angriff) anzugeben ist. Dieser Planungsfehler des Architekten hätte spätestens bei der Bestellung des Betons auffallen müssen. Der Betonhersteller hätte den Besteller auffordern müssen, einen Beton gemäß DIN EN 206-1 »Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität« (Ausgabe 2001-07) und DIN 1045-2 zu wählen. Weiterhin lieferte der Betonhersteller einen Beton, der nicht alle geforderten Eigenschaften aufwies und daher nicht den Vorgaben entsprach. Dies ist als Ausführungsfehler zu werten. Der gelieferte, fehlerhafte Beton wurde vom Besteller jedoch angenommen, ohne Bedenken anzumelden. Insofern ist dem Architekten zusätzlich eine mangelhafte Bauleitung vorzuwerfen.

## Schadensanierung

Zur Schadensanierung wurde die betroffene Betonoberfläche der Mistgänge durch maschinelles Kugelstrahlen für die Aufnahme eines Verbundestrichs vorbereitet. Für einen kraftschlüssigen Verbund ist es erforderlich, dass der tragende Untergrund rissefrei, eben, frei von losen und mürben Bestandteilen sowie rau und offenporig ist. Auf den so vorbereiteten Untergrund wurde eine Haftbrücke aus Schnellzement aufgebracht und darauf ein 3,0 cm dicker Verbundestrich aus Zementestrich (Estrich DIN 18560 – CT – C 50 – F 7) mit schnell erhärtendem Zement eingebaut. Im Anschluss daran wurde die Oberfläche des Verbundestrichs mit einer Tellerglättmaschine abgerieben und bis zum Erreichen der geforderten Oberflächenstruktur mit einer Flügelglättmaschine bearbeitet. Die Nachbehandlung des Estrichs (Schutz vor zu rascher Austrocknung und schädlichen Einwirkungen) erfolgte durch Abdecken mit einer Folie. Nach einer ausreichenden Erhärtung wurde die Estrichoberfläche abgerieben und mit einer farblosen, poresättigenden Imprägnierung in 2 Arbeitsgängen abschließend behandelt.

## Schadenvermeidung

Stallfußböden sind aufgrund der Nutzung bzw. der Umgebungsbedingungen besonderen Beanspruchungen durch (schwach) chemischen Angriff ausgesetzt. Zur Vermeidung von Schäden durch Betonkorrosion sind die Bauteile mit einem Beton gemäß DIN EN 206-1/DIN 1045-2 herzustellen, der für die Exposition *schwach chemischer Angriff* geeignet ist.

Hinsichtlich der Verantwortlichkeiten und Aufgabenbereiche bei der Festlegung und Herstellung eines Betons (vorwiegend *Beton nach Eigenschaften*) ist Folgendes zu beachten: Bereits bei der Planung sind die erforderlichen Betoneigenschaften durch den Architekten oder Ingenieur zu definieren. Bei der Bestellung des Betons müssen die Expositions- und Festigkeitsklasse sowie weitere relevante Eigenschaften gemäß DIN EN 206-1/DIN 1045-2 korrekt und vollständig angegeben werden. Der Betonhersteller ist dann dafür verantwortlich, dass ein Beton mit den bestellten Eigenschaften produziert und geliefert wird. Im Rahmen der üblichen Qualitätsüberwachung wird dazu in den Betonwerken eine so genannte Konformitätskontrolle nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2 durchgeführt, womit überprüft wird, ob der Beton den festgelegten Anforderungen entspricht.

## 3.9 Fehlerhafte Abdichtung eines Gebäudesockels und Verwendung eines ungeeigneten Sockelputzes

### Sachverhalt

An einem im Jahr 2000 errichteten Wohngebäude mit Einliegerwohnung und Garage in massiver Bauart, das im Dezember 2000 bezugsfertig wurde, traten nach der Frostperiode im Frühjahr 2003 am Sockel an verschiedenen Stellen Abplatzungen der Putzbeschichtung mit einhergehenden Verfärbungen an den Außenwandflächen auf.

Das 1½-geschossige Gebäude ist nicht unterkellert, es befindet sich direkt an der Wasserkante eines größeren Binnensees.

Im Erdgeschoss sind die Oberkanten der Fertigfußböden des Wohnhauses und der Garage in Bezug zur Wasseroberfläche um ca. 0,60 bis 0,80 m erhöht erstellt worden. Das Gelände ist zur Erschließungsseite des Gebäudes mit Sand nachträglich angeschüttet worden. Die vorderen Grundstücksflächen sind zum Teil gepflastert bzw. mit Pflanz- und Rasenflächen versehen. Auf der Gartenseite befindet sich im Erdgeschoss, unmittelbar angrenzend an die Wohnzone, eine au-

Benseitige, aufgeständerte Terrasse, die oberseitig mit einem Holzbelag versehen wurde. Von dieser Ebene aus führen zwei Stufen hinunter auf die gartenseitige Rasenfläche.

Die Außenwand des betroffenen Gebäudes besteht aus beidseitig verputztem, monolithischen Ziegelmauerwerk. Wie eindeutig erkennbar ist, wurden ursprünglich alle der z. T. noch vorhandenen Kiesbeetbegrenzungen sowie die Pflasterflächen bis über die untere Putzabschlusschiene direkt an den Außenwandputz herangeführt. Am Gebäudesockel ist die Putzbeschichtung an diesen Kontaktstellen bräunlich verfärbt. Innerhalb des Spritzwasserbereiches oberhalb des ehemaligen Geländeanschlusses sind gräulich-bräunliche Schmutzfahnen mit unregelmäßigem Horizont sichtbar.



**Abb. 3.9.1:** Feuchteverfleckungen am Sockelputz



**Abb. 3.9.2:** Feuchteverfleckungen am Sockelputz

An den vorhandenen Kiesbeetbegrenzungen und im Anschluss an die Holzbeplankung der Dachterrasse kommt es teilweise an den Außenputzflächen zu Algenbildungen. Am Gebäudesockel der Garage sind in Teilflächen bereits Putzausbesserungen vorgenommen worden.



**Abb. 3.9.3:** Anschluss Holzterrasse an Außenwandputz



**Abb. 3.9.4:** Ausbesserungen am Sockelputz

## Schadensursache

Am Gebäudesockel wurde kein zugelassener Sockelputz verwendet. Dies führt in der Folge zu den vorgefundenen Abplatzungen und Verfärbungen an den Putzbeschichtungen. Die Kiesbeetbegrenzungen und Pflasterflächen grenzen unmittelbar an den Außenputz. Niederschlagswasser ist augenscheinlich über die angrenzenden Geländeoberflächen in die Außenputzflächen eingedrungen. Spritzwasser und abtropfendes Regenwasser führte zu den vorgefundenen Feuchteschäden und Verfärbungen am Außenwandputz des Gebäudesockels.

Der bauleitende Architekt hatte in seinem Leistungsverzeichnis einen genau definierten Sockelputz ausgeschrieben. Die mit den Putzarbeiten beauftragte Firma führte diesen Sockelputz allerdings nicht aus, was dem Architekten in der Folge auch bei Prüfung der Schlussrechnung der Firma nicht aufgefallen war.

Gemäß DIN 18550 »Putz«, Ausgabe Januar 1985, müssen Außensockelputze ... *ausreichend fest, wenig wassersaugend und widerstandsfähig gegen die kombinierte Einwirkung von Feuchtigkeit und Frost sein ... Die mittlere Dicke von Putzen, die allgemeinen Anforderungen genügen, muss außen 20 mm (zulässige Mindestdicke 15 mm) ... betragen. ...*

Da der Bauvertrag über die Ausführung der Putz- und Abdichtungsarbeiten mit der ausführenden Firma am 20.06.2000 geschlossen wurde, war für die Erstellung der Bauwerksabdichtungen die Normenreihe DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen« in der Fassung von 1986 maßgebend.

Weiterhin war entsprechend den Angaben des bauleitenden Architekten festzustellen, dass sich hinter der Außenputzfläche in der Sockelzone des Gebäudes keine Bauwerksabdichtung befand. Die vorhandene, in Teilbereichen am Sockel sichtbare Abdichtung reichte nur ca. 2 bis 3 cm über die untere Putzabschlusschiene unterhalb der Putzfläche.

Aufgrund der ausgeführten Geländeanschlüsse war davon auszugehen, dass die Bauwerksabdichtung am Gebäudesockel nicht bis ca. 30 cm über OK Gelände, wie in der DIN 18195 von 1986 gefordert, geführt wurde. Die Geländeanschlüsse befanden sich zum Teil über dem unteren Putzabschluss bzw. knapp darunter.

Nach Angabe des bauleitenden Architekten ist in der Lagerfuge unterhalb der 1. und 2. Steinschicht eine durchgehende horizontale Abdichtung ausgeführt worden.

Es war eindeutig erkennbar, dass die von der ausführenden Firma vorgenommene Abdichtungsmaßnahme in Form einer Bitumendickbeschichtung ausgeführt worden ist. Diese Abdichtung war in den sichtbaren, offen liegenden Bereichen, unterhalb des aufgebrachten Außenwandputzes zum Zeitpunkt der Besichtigung bereits porös.

Es konnte nicht ausgeschlossen werden, dass die vorgefundene Bauwerksabdichtung eine weitere spätere Schwachstelle darstellen könnte.

Wie sich aus den vorhergehenden Ausführungen ergibt, handelte es sich bei der Entstehung des Gebäudeschadens um eine Verkettung von Planungs- bzw. Ausführungsmängeln:



**Abb. 3.9.5:** Poröse Sockelabdichtung

Die fachgerechte Planung und Überprüfung der Abdichtungssituation sowie die Überprüfung des Einbaus des ausgeschriebenen Sockelputzes fand bei dieser Baumaßnahme offensichtlich nicht statt und hat im Ergebnis zu den Putzschäden am Sockelputz des Gebäudes geführt. Dies stellt aus technischer Sicht sowohl einen Planungsmangel als auch einen Bauleitungsmangel dar.

Daneben steht die Verantwortlichkeit der ausführenden Firma, die den ausgeschriebenen Sockelputz nicht ausgeführt hat, dies stellt zunächst einmal eine Nickerfüllung der Beauftragung dar. Das Unternehmen hat zudem die beauftragte Leistung weder in seiner Schlussrechnung abgerechnet, noch Bedenken hinsichtlich der Ausführung der Putz- und Abdichtungsarbeiten beim VN anmeldet. Aus technischer Sicht liegt somit ein Ausführungsmangel vor.

## Schadensanierung

Zur Mängelbeseitigung am Gebäudesockel ist Folgendes notwendig:

- die Ausbildung eines zugelassenen Sockelputzes (Spritzwasserschutz  $\geq 30$  cm)
- der fachgerechte Einbau der nach anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Bauwerksabdichtung.

Dabei sind die Bodenverhältnisse und die Anschlusshöhen des Geländes zu berücksichtigen.

## Schadenvermeidung

Auf Anfrage konnte der bauleitende Architekt beim Ortstermin zur Feststellung der Schadensursache kein gezeichnetes Sockeldetail vorlegen. Ein Architekt ist generell nicht verpflichtet, seine Planung zu visualisieren. Er muss jedoch mit

anderen geeigneten Mitteln diese darstellen. Spätestens jedoch im Rahmen der Bauleitung ist die Überprüfung der Übereinstimmung der Ausführung mit den anerkannten Regeln der Technik im Abgleich mit den örtlichen Gegebenheiten (Geländeanschlüsse/Bodenverhältnisse) Aufgabe des Architekten.

Daneben steht die Verpflichtung des Architekten für eine fachgerechte Planung und Überprüfung der Abdichtungssituation, dabei ist die Berücksichtigung der Bodenverhältnisse und Anschlusshöhen des Geländes notwendig.

Die Wahl der Bauwerksabdichtungen ist weiterhin unter Berücksichtigung der vorhandenen Konstruktionen zu treffen. Hierfür ist eine detaillierte Planung der Sockelpunkte notwendig. Die Bauwerksabdichtung ist nach den einschlägigen Hersteller- und Verarbeitungsvorschriften des gewählten Produktes auszuführen.

In der jeweils gültigen Putz-Norm sind bewährte Putzsysteme für verschiedene Anwendungsbereiche angegeben, die bei einer fachgerechten Ausführung die Anforderungen der Norm ohne weiteren Nachweis erfüllen. Werden abweichende Putzsysteme verwendet, so sind Eignungsprüfungen für jedes dieser Putzsysteme durchzuführen.

Für die Ausführung von Bauwerksabdichtungen ist grundsätzlich die 10-teilige DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen« zu beachten.

### 3.10 Fehlende Bauwerksabdichtung eines Mehrfamilienhauses gegen den Lastfall »drückendes Wasser«

#### Sachverhalt

An einem im Jahr 1961 erbauten mehrgeschossigen Mehrfamilienhaus mit ausgebautem Dachgeschoss gab es seit Fertigstellung bis in das Jahr 2004 hinein kontinuierlich Probleme mit Durchfeuchtungen und Wassereintritten im Kellergeschoss. Der Baukörper gliedert sich in einen straßenbegleitenden 2 ½-geschossigen Teilbaukörper und einen eingeschossigen Baukörper zur Gartenseite. Das gesamte Gebäude ist massiv voll unterkellert.

Die Geländeoberfläche fällt von der Straße in Richtung des Gartens leicht ab. Der rückwärtige, gartenseitig gepflasterte Terrassenbereich liegt um ca. einen halben Meter erhöht in Bezug zur Rasenfläche, ca. auf der Höhe der Oberkante des Fertigfußbodens des Erdgeschosses. Gartenseitig wird das Kellergeschoss unterhalb der Garage von der Terrasse über eine Außentreppe erschlossen.

Das Kellergeschoss, welches als Lagerraum genutzt wird und unbeheizt ist, befindet sich nahezu allseitig im Erdreich. Die Außen- und Innenwände stehen direkt auf den Bauwerksfundamenten. Die Bauwerkssohle ist als nichttragender Kellerboden mit einer geplanten Dicke von ca. 8 cm zwischen die Streifenfundamente bzw. aufgehenden Kellerwände betoniert worden. Beim ehemals tiefer gelegenen Trockenkeller wurde der Bodenbereich nachträglich mit einer Betonschicht von ca. 8 cm aufgefüllt. Auf der Kellersohle ist ein ca. 2 cm starker Zement-Verbundestrich aufgebracht worden.

Die Kelleraußenwände wurden als massives KS-Mauerwerk in einer Stärke von ca. 36,5 cm ausgeführt. Die Innenwände weisen unterschiedliche Stärken zwischen ca. 7 bis 36,5 cm auf.

Das Gebäude verfügt außenseitig über eine nachträglich erstellte ca. 10 Jahre alte Ringdränung ohne Spülsschächte, die gartenseitig in einen Sickerschacht mündet. In dem Sickerschacht befinden sich zwei Tauchpumpen, die bei Anstieg des Wasserspiegels das Wasser abpumpen. Das anfallende Regenwasser wird direkt in die öffentliche Regenwasserentsorgung des anliegenden öffentlichen Straßenkörpers abgeleitet. Im Trockenkeller und in der Waschküche befinden sich Pumpensümpfe jeweils mit einer Pumpe, die aufstauendes Grund- bzw. Schichtwasser abpumpen soll.

Durchfeuchtungsscheinungen im Bereich des Kellers gab es seit dem Jahr der Fertigstellung 1961, Anfang 1994 kam es zu ersten erheblichen Wassereintritten in das Kellergeschoss (Wasser bis zu einer Höhe von 2 bis 3 cm). Nach anfänglichem Absinken des Wasserspiegels im Keller kam es Anfang März 1994 im Zuge der Schneeschmelze zu erneuten massiven Wassereinbrüchen in das Kellergeschoss. Nach Abtrocknungen im weiteren Jahresverlauf kam es zu Beginn des Jahres 1995 erneut zu Wassereintritten in das Kellergeschoss.

Im Frühjahr 1995 und Sommer 1996 wurde in den rückwärtigen Kellerräumen eine flächige Bodenabdichtung aus Bitumenbahnen und einem bewehrten Estrich von 5–8 cm aufgebracht. Die innenseitige Hohlkehle erhielt eine mineralische Abdichtung.

Im weiteren Verlauf wurden im Sommer 1998 weitere Kellerräume und der Kellerflur mit einer flächigen Bodenabdichtung versehen.

Im Frühjahr 2000 wurde im Nachgang hierzu in einem Teilbereich eines Kellerraumes aufgrund immer noch wiederkehrender Durchfeuchtungen/Wassereinbrüche die Boden- bzw. Fugenabdichtung von Wand und Sohle erneuert.

Im Jahr 2004 wurden das gesamte Kellergeschoss, der im Garten befindliche Sickerschacht sowie die Kellerlichtschächte in 3 Ortsterminen zum Zwecke der Schadenfeststellung und Schadensursache in Augenschein genommen. Dabei ergaben sich folgende Feststellungen:

Beim 1. Ortstermin stand kein Wasser auf den Fußbodenflächen. In mehreren Kellerräumen, sowohl straßen- als auch gartenseitig, waren auf den Oberkanten des Fertigfußbodens der Kellersohle deutlich bräunlich verfärbte »Ablaufspuren« vorangegangener erheblicher Wassereintritte im Wesentlichen über die sanierte Anschlussfuge der Kelleraußenwände und der Gründungssohle zu erkennen.

An der Mehrzahl der teilweise geputzten und zum Teil nur gestrichenen Kellerinnen- und Kelleraußenwände waren Durchfeuchtungsscheinungen bis zu einer Höhe von ca. 1,20 m mit bräunlichen Feuchteverfleckungen mit unregelmäßigen Horizonten zu erkennen. Die Farbschichten der Dispersionsanstriche waren teilweise abgeplatzt oder bildeten Blasen. Die Fuge zwischen den aufgehenden Kelleraußen- bzw. -innenwänden und der Oberfläche des Kellerfußbodens waren in einigen Bereichen durch die mehrmaligen Wassereintritte ebenfalls bräunlich verfärbt. Die Fußpunkte der gestrichenen Stahltürzargen, die Einstand in den Zementestrich haben, waren zum größten Teil korrodiert.

Beim 2. Ortstermin anlässlich eines akuten Wassereintritts in das Kellergeschoss wurde der im Garten befindliche Sickerschacht in Augenschein genommen. Gleichzeitig wurden die Kellerinnen- und -außenwände auf das Vorhandensein von horizontalen Abdichtungsebenen untersucht. Hierzu wurden die Fugen an mehreren Stellen am Wandsockel aufgestemmt. Dabei ergab sich folgendes Bild:



**Abb. 3.10.1:** Bräunliche Feuchteverfleckungen



**Abb. 3.10.2:** Bräunliche Feuchteverfleckungen, korrodierte Stahlzargen

Im Kellerraum 1 stand auf der Oberfläche des Estrichs der Bauwerkssohle offensichtlich von außen eingedrungenes Grundwasser in Form von großflächigen »Pfützenbildungen«. Im Bereich der Anschlussfuge zwischen Wand und Sohle (Estrich) waren an mehreren Stellen Wassereintritte in das Kellergeschoss zu beobachten. In der Mitte des Kellerraumes 1 bestand ein durchgehender Riss zwischen den Kelleraußenwänden im Estrich.

Die unteren Anschlussfugen von Wand und Bauwerkssohle der gartenseitigen Außenwände des Kellers 2 wiesen nur zum Teil Durchfeuchtungerscheinungen ohne oberflächliche »Pfützenbildung« auf. Die Estrichoberfläche war in den Bereichen der Durchfeuchtungen bräunlich verfärbt. In den Kellerräumen zur Straßenseite waren zum Zeitpunkt des Ortstermins keine Durchfeuchtun-



**Abb. 3.10.3:** Durchgehender Riss im Estrich, großflächige Pfützenbildung

gen in den unteren Wandbereichen an den Innen- und Außenwänden erkennbar. Die Untersuchung von zwei Wandabschnitten an dem Mauerwerk des Kellers führte zu folgenden Feststellungen:

An der gartenseitigen Kelleraußenwand des Kellers 1 wurde im Bereich der Durchfeuchtungen das Mauerwerk freigelegt. Bis zu einer Höhe von ca. 25 bis 30 cm über OKFF (= Oberkante Fertigfußboden) fand sich in keiner geöffneten Lagerfuge eine horizontale Abdichtung in Form einer Abdichtungsbahn. An der Innenwand im Bereich der Türlaibung zum Keller 3 wurde im unteren Wandbereich oberhalb der Oberkante des Estrichs in einer Höhe bis 30 cm das Mauerwerk freigelegt. Auch hier konnten keinerlei Abdichtungen festgestellt werden.



**Abb. 3.10.4:** Freigelegte Kellerinnenwand

*Anmerkung:*

*Da das Vorhandensein einer Horizontalsperre sowohl bei den Außen- als auch Innenwänden aufgrund des Baualters eigentlich zu erwarten wäre, ist denkbar, dass unterhalb der Lagerfuge der 1. Steinschicht direkt oberhalb der Fundamente eine Abdichtung vorhanden ist, die im Zuge der Sanierungsmaßnahmen im Jahre 1995 durch den zusätzlich aufgebrachten Estrich / vollflächige Abdichtungsebene verdeckt wurde.*

Die Öffnung des im Garten befindlichen Sickerschachts ergab: Der Abstand der Wasserlinie bis zur Oberkante des Schachtringes beträgt ca. 2,92 m bis 2,93 m.

Beim 3. Ortstermin wurde ein Höhennivellement erstellt, um die Oberkante des Kellerfußbodens und den Wasserstand im gartenseitig vorhandenen Sickerschacht in ihren Höhen zu erfassen. Ausgangshöhe (Bezugshöhe) des Höhennivellements bildet die Höhenquote des Schachtes gemäß Planunterlage des zu-



**Abb. 3.10.5: Sickerschacht**

ständigen Stadtentwässerungsamtes mit einer ausgewiesenen Deckeloberkante (= Straßenoberkante) von 53.52 ü. NN (über Normalnull).

Die Ergebnisse der Höhenaufnahme sollten im Nachgang mit den Höhenangaben der maximalen Grundwasserstände der zuständigen Geoinformation in Beziehung gesetzt werden. Die aus dem Höhennivellement gewonnenen Erkenntnisse liefern einen Aufschluss über die Wasserbelastung des Kellers (»Lastfall«), um daraus eventuelle »technisch machbare« Sanierungskonzepte ableiten zu können.

## Schadensursache

Als Schadensursache für die festgestellten Durchfeuchtungsschäden und die zum Teil massiven Wassereintritte im gesamten Kellergeschoss war das temporär ansteigende Grundwasser im Untersuchungsgebiet verantwortlich. Das durchgeführte Höhenaufmaß bestätigte, dass die meist im Frühjahr auftretenden »Grundwasserspitzen« die Wassereintritte durch die Anschlussfuge von Kellermauerwerk und Bauwerkssohle ermöglichen.

Ursache für die generell ansteigenden Grundwasserstände im Bereich des Mehrfamilienhauses war nach Aussage der zuständigen Geoinformation das Ausbleiben »künstlicher« Grundwasserabsenkungen, die durch vormals benachbarte Industriebetriebe in der Vergangenheit verursacht worden sind. Die Industriebetriebe besaßen sogenannte Grundwasserrechte, die zur ständigen Entnahme berechtigten und so zu einer ständigen »Wasserhaltung« führten.

Die Oberkante des Fertigfußbodens der Kellersohle lag gemäß durchgeföhrtem Höhenaufmaß zwischen 51,21 und 51,30 über NN. Nach Angabe der Geoinformation befanden sich im Bereich der unmittelbaren Umgebung des betroffe-

nen Gebäudes zwei relevante Messstellen. In den Jahren 1969 bis zum Frühjahr 2003 wurden an diesen Messstellen Grundwasserspitzen bis zu 51.70 über NN gemessen.

Im Zuge dieser temporären, jahreszeitlich bedingten Grundwasserstände betrug die höchste zu erwartende Höhendifferenz zwischen der tiefsten gemessenen Oberkante des Fertigfußbodens der Kellersohle (Waschküche) und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand maximal ca. 48 cm. Bei diesen hohen Grundwasserständen sind derartige Wassereintritte bei der vorliegenden Kellerkonstruktion nicht zu vermeiden.

Im März 1998 wurden im Rahmen der Durchführung von Sanierungsarbeiten im Kellergeschoss auf die vorhandene Bauwerkssohle eine Bitumenabdichtung und ein bewehrter Zementestrich aufgebracht. Die Estrichplatte hat sich offenbar zum Teil vom Untergrund abgehoben, da sie sich beim zweiten Ortstermin unter dem Einfluss von Körpergewicht verformte. Bei dieser Belastung im Randbereich der Estrichplatte trat aus der Anschlussfuge zwischen Wand und Sohle Wasser aus und »überschwemmte« den Kellerfußboden.

Der Estrich auf der Bitumenabdichtung wies offensichtlich zum Teil keinen Verbund zum Untergrund mehr auf. Die Estrichplatte war durch das in das Bauwerk eingetretene Grundwasser regelrecht aufgeschwommen. Der entstandene Zwischenraum zwischen Estrichplatte und Bitumenabdichtung füllte sich bei höheren Grundwasserständen mit Wasser und führte in der Folge zu Rissbildungen (durchgehender Riss in Keller 1) und Verformungen.

## Schadensanierung

Vorliegend handelt es sich um einen »Lastfall« durch drückendes Wasser an Außenbauteilen.

Zum Zeitpunkt der »Grundwasserspitzen« lagen die betroffenen Gebäudebereiche der Kellerwände und die Bauwerkssohle unter dem Bemessungswasserstand und wurden ständig oder zeitweise durch Grund- und Hochwasser druckwasserbeansprucht. Die DIN 18195-6 »Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung« definiert die Materialanforderungen, die Schichtenfolge und zum Teil auch die Detailausbildungen derartiger Bauwerkskonstruktionen, die die Anforderungen gegen *drückendes Wasser* erfüllen.

Die bis zu diesem Zeitpunkt durchgeführten Abdichtungsmaßnahmen am Gebäude erfüllten den Lastfall »drückendes Wasser« nicht und schulden folglich Mängelfreiheit.

Die Wahl eines Sanierungskonzeptes hinsichtlich einer Abdichtungsmaßnahme des Kellergeschosses hat mit dem Anspruch zu erfolgen, das Bauwerk dauerhaft wasserdruckhaltend abzudichten.

Eine Abdichtung gegen drückendes Wasser ist nicht ohne Weiteres herzustellen. Besonders problematisch ist dies bei einem bestehenden Gebäude, zumal meist angrenzende Gartenanlagen, Terrassen, Garagen/Nebengebäude oder Gebäudegeometrien, die nachträglich durchzuführende Abdichtungsmaßnahmen erschweren und teilweise unmöglich machen. Die gewählte Abdichtungstechnik muss sich daran messen lassen, ob es gelingt, Boden- und Wandflächen (Fugen- und Fundamentanschlüsse) im Nachgang so abzudichten, dass an keiner Stelle erneut Wasser eintritt. Es muss weiterführend gewährleistet sein, dass es nicht zu Schäden durch Aufschwemmen kommen kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Auflasten z. B. der Sohlplatte dem anstehenden Wasserdruk als »Gegengewicht« entgegenstehen.

Aufgrund der Gegebenheiten vor Ort einschließlich vorgefundener Bauwerksausführungen wurde eine Sanierung des Kellergeschosses als druckwasserdichte Konstruktion empfohlen. Dieser Sanierungsvorschlag ist als die am ehesten bautechnisch zu beherrschende Abdichtungsmethode anzusehen und wurde in Zusammenarbeit mit einer ortsansässigen, sachkundigen Baufirma erarbeitet. Danach sollte der Sanierungsvorschlag wie folgt ausgeführt werden:

- Das Kellergeschoss wird allseitig freigelegt und von außen gemäß DIN 18195, Teil 6 abgedichtet.
- Die vorhandenen Kellerlichtschächte sind aufgrund der notwendig werdenden aufwendigen Abfangungsmaßnahmen zu entfernen und nach Abschluss der Abdichtung der Kelleraußenwand durch druckwasserdichte Kellerlichtschächte zu ersetzen.
- Die vorhandene ca. 8 cm starke Bauwerkssohle einschließlich des Fußboden- aufbaus wird vollständig entfernt. Unter die neue, tiefer zu legende Sohlplatte aus WU-Beton wird eine kapillar brechende Schicht eingebaut. Die lichte Höhe des Kellergeschosses und die Durchgangshöhen der Türen bleiben dabei erhalten.

Die Bauwerkssohle ist aufgrund der Gefahr des Auftriebes durch die temporären Grundwasserspitzen und den Anforderungen an eine wasserundurchlässige Sohlplatte ohne zusätzliche Abdichtung in einer Stärke von  $\geq 30$  cm auszuführen.

Die Verbindung der wasserundurchlässigen neuen Sohlplatte mit dem Kellermauerwerk wird mit einem »druckwassergeeigneten« Fugenband hergestellt. Das

Fugenband wird in die neue WU-Sohle mit einbetoniert. Innenseitig wird, von dem Anschluss des Fugenbandes an das Kellermauerwerk ausgehend, zusätzlich eine Abdichtungsebene bis 30 cm über den maximal zu erwartenden Grundwasserstand geführt und am oberen Abschlusspunkt mechanisch fixiert.

Das Aufsteigen von kapillarer Feuchtigkeit in den Kellerwänden wird durch das abschnittsweise Einbringen einer horizontale Wandabdichtung verhindert. Diese horizontale Abdichtungsebene wird außenseitig mit der Außenwandabdichtung verbunden und innenseitig an die mechanische Befestigung des Fugenbandes an das Kellermauerwerk geführt.

## Schadenvermeidung

Im vorliegenden Schadensfall wird insbesondere anhand der bereits durchgeführten, erfolglos gebliebenen Sanierungsmaßnahmen sowie der in diesem Zusammenhang mehrfach von Baufirmen angebotenen Sanierungskonzepte deutlich, wie wichtig es ist, in gleich oder ähnlich gelagerten Schadensfällen eine äußerst sorgfältige Schadensursachenfeststellung zu betreiben. Ohne eine derartige Vorgehensweise besteht die Gefahr, dass sich Sanierungskonzepte vor dem Hintergrund gleichartiger Schadenbilder als Maßnahmen auf der Basis von Versuch und Irrtum herausstellen, was für alle Beteiligten mit erheblichen finanziell negativen Folgen verbunden sein kann.

Zur sorgfältigen Schadensursachenforschung bedarf es der Heranziehung von Sonderfachleuten sowie der Berücksichtigung sämtlicher Rahmenbedingungen.

Bei der Ausarbeitung eines Sanierungskonzeptes ist zudem immer auf die anerkannten Regeln der Technik, im Regelfall also auf die geltenden DIN-Vorschriften zurückzugreifen.

Insbesondere Planer können sich bei der Nichtbeachtung der anerkannten Regeln der Technik erheblichen Haftungsrisiken aussetzen, was unbedingt zu vermeiden ist.

## 3.11 Mangelhaft ausgeführte und ungeeignete nachträgliche Bauwerksabdichtung eines unterkellerten Gebäudes

### Sachverhalt

Im Kellergeschoss eines bestehenden Lebensmittelmarktes wurden umfangreiche Umbauarbeiten durchgeführt. Im Rahmen der Baumaßnahmen wurden u. a. mehrere vorhandene, unterirdisch gelegene Gebäudeteile bis auf die Sohlplatten

rückgebaut. Die Erschließung der unterirdischen Anbauten erfolgte über Zugänge im Kellergang und im Fahrradkeller, die bei den Umbaumaßnahmen verschlossen und abgedichtet wurden. Ursprünglich waren die erdberührten Bauteile mit einer Bitumenabdichtung abgedichtet (»schwarze Wanne«). Zum Schutz der Abdichtung war vor der Kelleraußenwand eine Schutzschicht aus Mauerwerk angeordnet. Aus der Leistungsbeschreibung geht hervor, dass die zu verschließenden Türöffnungen ebenfalls als schwarze Wanne abzudichten waren. Dazu sollten die Öffnungen mit Kalksandstein-Mauerwerk verschlossen und mit einer nicht näher definierten Abdichtung versehen werden, die an die vorhandene Abdichtung unter der Sohlplatte anzuschließen war. Vor der Bauwerksabdichtung war eine Schutzschicht aus Mauerwerk vorgesehen.

Von Seiten des Architekten wurden keine Angaben zum vorliegenden Lastfall und zum Material der Abdichtung gemacht. Weiterhin fehlten Angaben zur Ausführung der Anschlüsse der neuen an die bestehende Bauwerksabdichtung. Gemäß Angebotsschreiben der beauftragten Rohbaufirma wurde eine Bauwerksabdichtung mit einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) für den Lastfall *nichtdrückendes Wasser* angeboten. Diese Ausführung wurde vom Bauherren beauftragt.

Bereits kurz nach Abschluss der Arbeiten kam es in den umgebauten Räumen zu Durchfeuchtungen der Außenwände im Bereich der nachträglich verschlossenen Türöffnungen. Im Rahmen einer Ortsbegehung wurde festgestellt, dass nahezu im gesamten Fahrradkeller Wasser auf der Bodenfläche aufstand (vgl. Abb. 3.11.1). Auf der Innenoberfläche der Kelleraußenwand mit der nachträglich verschlossenen Türöffnung war eine zusätzliche Abdichtung aufgebracht (vgl. Abb. 3.11.2). Feuchtemessungen ergaben bis in eine Höhe von ca. 0,5 m erhöhte Messwerte, die auf eine Durchfeuchtung der Bauteile hinwiesen. Oberhalb der Innenabdichtung waren keine erhöhten Messwerte festzustellen.

Im an den Fahrradkeller angrenzenden Kellergang befindet sich die zweite nachträglich verschlossene Türöffnung. Vor der Wandfläche stand ebenfalls Wasser auf dem Fußboden und verteilte sich im Gang (vgl. Abb. 3.11.3 + 3.11.4). Feuchtemessungen an der Außenwand ergaben bis in eine Höhe von ca. 1,8 m erhöhte Messwerte. Auch in den angrenzenden Kellerräumen waren umfangreiche Durchfeuchtungsschäden festzustellen (vgl. Abb. 3.11.5), wobei insbesondere die Fußpunkte der aufgehenden Wände erhöhte Feuchtemesswerte aufwiesen.

Um die Ausführung der Bauwerksabdichtung zu überprüfen, wurden daraufhin die Kelleraußenwände im Bereich der nachträglich verschlossenen Türöffnungen freigelegt. Dabei wurde festgestellt, dass auf den betreffenden Wandflächen eine KMB aufgetragen war, die ohne Ausbildung einer Hohlkehle auf die Abdichtung



**Abb. 3.11.1:** Stehendes Wasser im Fahrradkeller



**Abb. 3.11.2:** Nachträglich verschlossene Türöffnung im Fahrradkeller

der Sohlplatten der ehemaligen, unterirdisch gelegenen Anbauten geführt wurde. Die KMB war in diesem Bereich augenscheinlich unterläufig.

## Schadensursache

Einem Baugrundgutachten aus der Herstellungszeit des Gebäudes ist zu entnehmen, dass sich der anstehende Boden auf dem Grundstück aus stark bindigen Böden zusammensetzt. Der Bemessungswasserstand wird mit 0,5 m unter Oberkante Gelände angegeben. Daher wird in dem Baugrundgutachten eine »wasserdrückhaltende Abdichtung« empfohlen, d. h. eine Abdichtung gegen den Lastfall *drückendes Wasser*. Das Gutachten lag der beauftragten Rohbaufirma weder zum Zeitpunkt der Angebotserstellung noch während den Umbauarbeiten vor,



**Abb. 3.11.3:** Nachträglich verschlossene Türöffnung im Kellergang



**Abb. 3.11.4:** Stehendes Wasser im Bereich des Kellerganges

so dass ihr die Grundwasserstände und Baugrundverhältnisse vor Aufnahme der Bauarbeiten nicht bekannt waren. Entsprechend dem Baugrundgutachten wäre die nachträgliche Abdichtung der Kelleraußenwände gemäß DIN 18195-6 »Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser; Bemessung und Ausführung« (Ausgabe 2000-08) auszuführen gewesen.

DIN 18195-6 schreibt bei dem Lastfall *drückendes Wasser* u. a. eine Abdichtung mit Bitumen-Schweißbahnen oder Bitumenbahnen vor. Eine Abdichtung mit einer KMB, wie sie von der beauftragten Rohbaufirma angeboten (und ausgeführt) worden ist, entspricht dagegen nicht den normativen Vorgaben. Insofern hätte der für die Baumaßnahme verantwortliche Architekt die Rohbaufirma auffordern müssen, eine Abdichtung gemäß DIN 18195-6 herzustellen. Dies erfolgte jedoch nicht, so dass dem Architekten eine fehlerhafte Bauüberwachung anzulasten ist.



**Abb. 3.11.5:** Exemplarische Feuchtemessung an einer Kelleraußenwand

Weiterhin entsprach die ausgeführte Bauwerksabdichtung nicht den planerischen Vorgaben, wonach die neue vertikale Abdichtung an die bestehende horizontale Abdichtung unterhalb der Sohlplatte angeschlossen werden sollte. Zu der Ausführung der Anschlüsse wurden weder weiterführende Informationen noch Detailzeichnungen geliefert. Die Rohbaufirma hätte daher entsprechende Bedenken beim Auftraggeber bzw. bei der Bauleitung anmelden müssen (vgl. § 4 VOB/B, Ausgabe 2006-09). Die Abdichtung mit KMB wurde im Anschlussbereich Kelleraußenwand/Sohlplatte zudem ohne fachgerechte Ausbildung einer Hohlkehle hergestellt. Ein vollflächiger Verbund stellte sich nicht ein, so dass die Abdichtung unterläufig ist. Insofern liegt eine fehlerhafte Ausführung der Abdichtung vor.

Ursächlich für den Wassereintritt ist neben einer für den vorliegenden Lastfall *drückendes Wasser* grundsätzlich ungeeigneten Bauwerksabdichtung aus KMB das Fehlen der Hohlkehle im Anschlussbereich Außenwand/Sohlplatte. Aufgrund des nicht erfolgten Rückbaus der Sohlplatten kam es vor den Kelleraußenwänden zusätzlich zu zeitweise aufstauendem Sickerwasser. In der Folge konnte das anfallende Wasser (Grundwasser, Schichtenwasser, aufstauendes Sickerwasser) über die fehlerhaft hergestellte Bauwerksabdichtung in das Gebäude eindringen und die Feuchteschäden an den Wand- und Bodenflächen herbeiführen.

## Schadensanierung

Vorrangiges Ziel der Schadensanierung sollte eine dauerhafte Trockenlegung der durchfeuchteten Kelleraußenwände sein, was den Austausch der fehlerhaft aufgebrachten und ungeeigneten Bauwerksabdichtung erforderlich machte. Dazu wurde die KMB vollständig entfernt und die freigelegten Kelleraußenwände gründlich gereinigt. In Abhängigkeit vom vorliegenden Lastfall *drückendes Wasser* wurde nach den Vorgaben der DIN 18195-6 eine Abdichtung mit Bitumenbahnen aufgebracht und analog zu der bestehenden Ausführung eine Schutzschicht aus Mauerwerk hergestellt.

Als weitere Sanierungsmaßnahme wurde eine technische Trocknung der durch den Wassereintritt betroffenen Wand- und Bodenflächen im Fahrradkeller und dem angrenzenden Kellergang durchgeführt. Diese Maßnahme ist grundsätzlich nur dann sinnvoll, wenn die Schadensursache, also der Grund für die Durchfeuchtung, bekannt und der Mangel behoben ist.

## Schadenvermeidung

Bei der Planung von Bauwerksabdichtungen sollte der verantwortliche Architekt grundsätzlich über aussagekräftige Informationen zum Baugrund verfügen, sei es durch das Einholen eines Boden-/Baugrundgutachtens oder durch Einsichtnahme in eine bereits vorhandene Expertise. Werden entsprechende Voruntersuchungen unterlassen, so ist dies als Planungsfehler zu bewerten. Dem Architekten ist ohne ausreichende Berücksichtigung der bestehenden Bodenverhältnisse eine fach- und sachgerechte Planung der Bauwerksabdichtung nicht möglich.

Liegen den bauausführenden Firmen (z. B. Handwerks- und Bauunternehmen) im Zusammenhang mit zu erstellenden Bauwerksabdichtungen keine gezeichneten Detaillösungen vor, so handelt es sich erst einmal nicht um einen Fehler des planenden Architekten. Ein Architekt ist nicht verpflichtet, seine Planung zu visualisieren. Im Sinne eines möglichst reibungslosen Bauverlaufes muss er diese dann allerdings mit anderen geeigneten Mitteln verdeutlichen. Insbesondere im Rahmen der Bauleitung ist eine Überprüfung der Übereinstimmung der Ausführung mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik im Abgleich mit den örtlichen Gegebenheiten (z. B. Baugrundverhältnisse) wesentliche Aufgabe des Architekten. Kommt er dieser Aufgabe nicht oder nur unzureichend nach, so ist dies als mangelhafte Bauleitung zu bewerten.

Wird eine offensichtlich fehlerhafte Planungsvorgabe durch eine bauausführende Firma trotzdem umgesetzt, so ist dies als Ausführungsfehler zu bewerten. Hier ist der Baufirma vorzuwerfen, ihrer Prüf- und Hinweispflicht nicht nach-

gekommen zu sein. Im Zusammenhang mit der Ausführung von Bauwerksabdichtungen sind dies insbesondere die Nichtkenntnis bzw. Nichteinhaltung von Material- und Verarbeitungsrichtlinien sowie die fehlende oder fehlerhafte Berücksichtigung von Voruntersuchungen bzw. Planvorgaben.

### 3.12 Ungeeignete Bauwerksabdichtung eines Mehrfamilienhauses infolge mangelhafter Dränung des Baugrundes

#### Sachverhalt

An einem bestehenden Mehrfamilienhaus wurde die Bauwerksabdichtung in Teilbereichen erneuert. Grund für die Sanierung waren Durchfeuchtungen an den Außenwänden eines unterirdisch gelegenen Gebäudetraktes, der das Wohnhaus mit einer im Innenhof gelegenen Tiefgarage verbindet. Die gemauerten Außenwände des Verbindungsgangs bestehen aus Hohlblocksteinen, die mit einer Abdichtung aus kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung (KMB) versehen waren. Im Rahmen der Sanierungsarbeiten wurde die vorhandene KMB vollständig entfernt und durch eine neue KMB ersetzt. Die neu aufgebrachte Abdichtung wurde gemäß DIN 18195-4 »Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung« (Ausgabe 2000-08) ausgeführt. Die Abdichtung der Deckenflächen aus Bitumen-Schweißbahnen blieb von den Sanierungsmaßnahmen unberührt. Weiterhin erfolgte eine partielle Erneuerung der vorhandenen Dränleitung, die an einen Entwässerungsschacht auf dem Gelände der Wohnanlage angeschlossen war.

Ungefähr 1 Jahr nach Abschluss der Arbeiten wurden im Verbindungsgang erneut Durchfeuchtungen im Sockelbereich der Außenwände festgestellt. Ins-



**Abb. 3.12.1:** Bohrungen in einer Außenwand des Verbindungsgangs



**Abb. 3.12.2:** Wasserränder und Ausblühungen am Innenputz, Ausblühungen und Ablösungen des Anstrichs am Verbundestrich im Verbindungsgang

besondere nach starken Regenfällen kam es zu Wassereintritten, so dass auf dem Fußboden das Wasser teilweise mehr als einen Zentimeter hoch aufstand. Im Rahmen einer Ortsbegehung wurden die Außenwände im Innenbereich an mehreren Stellen geöffnet (vgl. Abb. 3.12.1), wobei jeweils austretendes Wasser festzustellen war. Feuchtemessungen ergaben über die gesamte Länge des Verbindungsgangs bis in eine Höhe von ca. 0,3 m erhöhte Messwerte, die auf eine Durchfeuchtung der Außenwände hinwiesen. Weiterhin waren in den durchfeuchten Wandbereichen Ausblühungen und Wasserränder sowie an der Oberfläche des Verbundestricks Ablösungen des Anstrichs zu erkennen (vgl. Abb. 3.12.2).

Über eine im Innenhof der Wohnanlage vorhandene Baugrube konnte die Bauwerksabdichtung des Verbindungsgangs in Augenschein genommen werden (vgl. Abb. 3.12.3). Dabei war festzustellen, dass die KMB im Übergangsbereich zur Deckenabdichtung großflächige Ablösungen aufwies und sich vom Untergrund löste. Die Abschlüsse der auf die Außenwände überlappenden Deckenabdichtung aus Bitumen-Schweißbahnen waren zudem ohne mechanische Befestigung ausgeführt (vgl. Abb. 3.12.4). Weiterhin war zu erkennen, dass die parallel zur Außenwand des Verbindungsgangs verlaufende Dränleitung ein Gefälle zum Entwässerungsschacht auf dem Innenhof aufwies. Die Leitung war trotz Gefälle augenscheinlich oberhalb der Bodenplatte angeordnet.



**Abb. 3.12.3:** Blick in die Baugrube



**Abb. 3.12.4:** Freigelegte Außenwand des Verbindungs-  
gangs

Bei einem Bewässerungsversuch wurde Wasser in die Baugrube geleitet und die Ableitung des Wassers beobachtet. Es war festzustellen, dass das Wasser über die Drän- bzw. Entwässerungsleitung in den Entwässerungsschacht einfließt. Die Einmündung der Entwässerungsleitung lag ca. 0,3 m über OK Schachtboden (vgl. Abb. 3.12.5). In dem Schacht war weiterhin ein Überlauf mit Anschluss an die Grundleitung vorhanden, der ca. 0,6 m über OK Schachtboden angeordnet war.

## Schadensursache

Bei Niederschlägen wurde das anfallende Wasser über die Entwässerungsleitung in den Entwässerungsschacht eingeleitet und der Wasserspiegel stieg an. Da der Überlauf des Schachtes oberhalb der Einmündung der Entwässerungsleitung lag,



**Abb. 3.12.5:** Blick in den Entwässerungsschacht mit Einmündung der Dränleitung

konnte das gesammelte Wasser nicht über den Überlauf entwässern, sondern es kam zu einem Rückfluss in die Entwässerungsleitung. Als Folge stand das rückstauende Wasser als drückendes Wasser an der Bauwerksabdichtung des Verbindungsgangs an.

Die Bauwerksabdichtung wurde im Rahmen der Sanierung gemäß DIN 18195-4 gegen den Lastfall *Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser* hergestellt. Entsprechend dem vorliegenden Baugrundgutachten ist das anstehende Erdreich als bindiger Boden einzustufen. Nach DIN 18195-1 »Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten« (Ausgabe 2000-08) können Sohlplatten und erdberührte Außenwände auch in wenig durchlässigen Böden nach DIN 18195-4 abgedichtet werden, sofern ein Aufstauen von Wasser durch eine dauerhaft funktionsfähige Dränung gemäß DIN 4095 »Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung« (Ausgabe 1990-06) verhindert wird. Da die Dränung in ihrer Funktion jedoch stark eingeschränkt war, war die vorhandene Bauwerksabdichtung aus KMB für den vorliegenden Lastfall *drückendes Wasser* ungeeignet. Hier hätte die beauftragte Rohbaufirma vor Ausführung der Bauwerksabdichtung die Funktionsfähigkeit der vorhandenen Dränung überprüfen müssen. Darüber hinaus entsprach der wiederherzustellende Anschluss der vorhandenen Deckenabdichtung an die neue Vertikalabdichtung nicht den Vorgaben der DIN 18195-9 »Bauwerksabdichtungen – Teil 9: Durchdringungen, Übergänge, An und Abschlüsse« (Ausgabe 2004-03), wonach Anschlüsse so hergestellt sein müssen, dass sie nicht hinter- oder unterlaufen werden können. Eine Randverwahrung der Bitumen-Schweißbahnen erfolgte nicht, so dass die Deckenabdichtung unterläufig ist. Eine wirksame Abdichtung kann immer nur dann vorliegen, wenn alle Abdichtungsebe-

nen funktionsfähig sind und regelgerecht »aneinander« geführt werden. Insofern liegt insgesamt eine fehlerhafte Ausführung der Bauwerksabdichtung vor.

Ursächlich für den Wassereintritt in den unterirdisch gelegenen Verbindungsang ist eine eingeschränkt funktionstüchtige Dränung. Aufgrund der unterhalb des Schachtüberlaufs angeschlossenen Entwässerungsleitung kam es zu einem Rückfluss des anfallenden Wassers, was zu einer Belastung der erdberührten Außenwände mit Druckwasser führte. In der Folge konnte das Wasser über die für den vorliegenden Lastfall *drückendes Wasser* grundsätzlich ungeeigneten Bauwerksabdichtung aus KMB in den Verbindungsgang eindringen und die Feuchteschäden an den Wand- und Bodenflächen herbeiführen.

## Schadensanierung

Aus technischer Sicht waren folgende Maßnahmen zur Schadensanierung möglich:

- Entfernen der untauglichen Bauwerksabdichtung aus KMB und Ausführung einer für den vorliegenden Lastfall geeigneten Bauwerksabdichtung oder
- Umbau der Dränleitung, um eine dauerhafte Ableitung des Wassers zu gewährleisten.

Aufgrund des mangelhaften Zustandes der vorhandenen Bauwerksabdichtung wurde diese entfernt und durch eine funktionstüchtige Abdichtung ersetzt. Dabei war zu beachten, dass die abzudichtenden Flächen des Verbindungsgangs nur einen Teilbereich der gesamten Bauwerksabdichtung darstellen. Insofern wäre hier die Ausführung einer Bauwerksabdichtung für den Lastfall *drückendes Wasser* technisch nicht sinnvoll gewesen, da alle weiteren daran anschließenden Bauteile für den Lastfall *Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser* hergestellt waren. Für die Schadensanierung wurde daher als Alternative die Ausführung einer Bauwerksabdichtung gemäß DIN 18195-4 in Kombination mit dem Umbau der vorhandenen Dränung gewählt. Darüber hinaus wurden die losen Ränder der auf die Außenwände des Verbindungsgangs überlappenden Bitumen-Schweißbahnen der Deckenabdichtung entsprechend den Vorgaben der DIN 18195-9 an die neu hergestellte Vertikalabdichtung angeschlossen.

## Schadenvermeidung

Bei der Planung von Bauwerksabdichtungen von bestehenden Gebäuden sollte grundsätzlich die Funktionsfähigkeit der vorhandenen Dränung – sofern vorhanden – überprüft werden. Beruht eine Bauwerksabdichtung auf dem Zusammenwirken der Abdichtung mit einer Dränung, so müssen beide Komponenten dauerhaft

funktionsfähig sein. Werden entsprechende Voruntersuchungen unterlassen, so ist dies als Planungsfehler zu bewerten.

### 3.13 Fehlende Querschnittsabdichtung unter Kellerwänden und unzureichende Dränung bei einem Einfamilienhaus

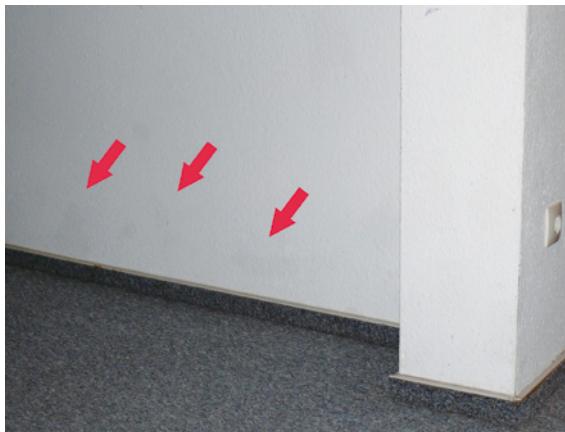
#### Sachverhalt

An einem im Jahr 2000 in massiver Bauweise errichteten und voll unterkellerten Einfamilienhaus wurden im Sommer 2008 im Kellergeschoss eine stark erhöhte Luftfeuchte und ein »muffiger« Geruch der Raumluft festgestellt. Weiterhin waren partielle Tapetenablösungen und ein Befall mit Schimmelpilzen insbesondere im Sockelbereich der Innenwände zu erkennen. Die Außen- und Innenwände des Kellers bestehen aus Kalksandsteinmauerwerk. Das Kellergeschoss ist voll ausgebaut und wird überwiegend als Büro genutzt. Neben den Arbeitsräumen sind dort eine Küche, ein WC und ein Abstellraum angeordnet.

Das beschriebene Schadensbild zeigte sich nach 14-tägiger Abwesenheit der Bewohner. Nachdem intensiviertes Heizen und Lüften der Kellerräume zu keinem erkennbaren Erfolg geführt hatte, wurde ein Sachverständiger hinzugezogen. Bei der Ermittlung der Materialfeuchten im Rahmen der Ortsbesichtigung wurde festgestellt, dass die Innenwände überwiegend erhöhte Messwerte aufwiesen, während an den Kelleraußenwänden keine auffälligen Werte erkennbar waren (vgl. Abb. 3.13.1). Die Feuchtebelastung zeichnete sich an einigen Innenwänden als ein deutlich sichtbarer Feuchtehorizont ab (vgl. Abb. 3.13.2).



**Abb. 3.13.1:** Exemplarische Messung der Materialfeuchte an einer Innenwand



**Abb. 3.13.2:** Feuchtehorizont an einer Innenwand

An sämtlichen feuchtebelasteten Innenwänden wurde zudem ein starker Befall mit Schimmelpilzen festgestellt, der insbesondere im Sockelbereich in Höhe der Fußleisten auftrat (vgl. Abb. 3.13.3). Die Kontrollmessung der Raumluftfeuchte und -temperatur ergab dagegen keine Auffälligkeiten, einzig ein »muffiger« Geruch der Raumluft war deutlich wahrnehmbar.



**Abb. 3.13.3:** Schimmelpilzbefall im Sockelbereich einer Innenwand

Aus den vorliegenden Unterlagen zum Gebäude ergab sich, dass im Rahmen der Bauwerksplanung kein Bodengutachten erstellt worden war. Da zudem weder die Ausführungs- noch die Detailplanung vorlag, war dem Sachverständigen eine Einschätzung zur Abdichtung der Kelleraußenwände im Zusammenhang mit den vorherrschenden Baugrundverhältnissen nicht möglich. Wie sich herausstellte, waren auch keine Kontrollschräfte zur Überprüfung der Dränleitungen vorhanden.

den. Daraufhin wurden die erdberührten Bauteile des Gebäudes in Teilbereichen freigelegt, um die Funktionsfähigkeit der Bauwerksabdichtung und der Dränanlage zu überprüfen. Dabei wurde festgestellt, dass die vertikale Bauwerksabdichtung einschließlich der Horizontalsperre intakt war und keine Fehlstellen aufwies. Es ergab sich weiterhin, dass die Dränleitungen vollständig verschlammt und daher nicht funktionsfähig waren. Zur Überprüfung der Horizontalsperren der Innenwände wurden entsprechende Bauteilöffnungen vorgenommen. Dabei stellte sich heraus, dass alle Innenwände ohne waagerechte Abdichtung ausgeführt worden sind.

Ergänzend dazu wurden die regionalen Niederschlagsmengen für den Zeitraum ermittelt, in dem die Eigentümer abwesend waren. Die Nachforschung ergab, dass es an 2 Tagen des maßgeblichen Zeitraums zu ergiebigen Niederschlägen in dem betreffenden Gebiet gekommen war.

## Schadensursache

Im Rahmen der Bauwerkserstellung wurde aus nicht nachvollziehbaren Gründen auf die Ausführung der Horizontalsperren unter den Kellerinnenwänden verzichtet. Horizontalsperren sind waagerechte Abdichtungen (auch *Querschnittsabdichtung*), die üblicherweise unter der Aufstandsfläche der Mauerwerkswand sowie zusätzlich in der ersten Lagerfuge eingebaut werden, um das Aufsteigen von Feuchtigkeit im Mauerwerk zu verhindern.

Wie weiterhin die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Dränanlage ergab, waren die Dränleitungen in ihrer Funktion stark eingeschränkt. Die Aufgabe einer Dränung besteht darin, Bodenschichten so zu entwässern, dass erdberührte Bauwerke oder Bauteile nicht durch drückendes Wasser beansprucht werden. Da die Dränleitungen aufgrund der Verschlammung nicht in der Lage waren, das anfallende Wasser aufzunehmen und abzuleiten, führten die ungewöhnlich großen Niederschlagsmengen während der Abwesenheit der Gebäudeeigentümer zu einer erheblichen Belastung der Bauwerksabdichtung.

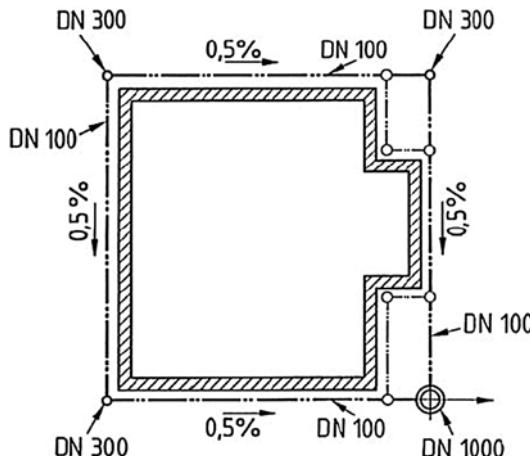
Den Untersuchungen vor Ort zufolge ist das anstehende Erdreich als bindiger, also wenig durchlässiger Boden einzustufen. Insofern staute sich das anfallende Wasser zeitweise vor und unter dem Bauwerk. Da sämtliche Kellerinnenwände ohne die erforderlichen Horizontalsperren ausgeführt worden sind, konnte Wasser über diese Schwachstellen in das Gebäude eindringen. Die im Mauerwerk aufsteigende Feuchtigkeit ist schadensächlich für die Durchfeuchtung und Beschädigung der Bauteile sowie den daraus resultierenden Schimmelpilzbefall.

## Schadensanierung

Zur Schadensanierung wurde zunächst eine technische Trocknung der durchfeuchten Kellerinnenwände sowie eine fach- und sachgerechte Entfernung des Schimmelpilzbefalls veranlasst. Diese Maßnahmen sind grundsätzlich nur dann sinnvoll, wenn die Schadensursache, also der Grund für die Durchfeuchtung, bekannt und der Mangel behoben ist. Insofern war die Funktionsfähigkeit der Dränung wieder herzustellen und der nachträgliche Einbau der Horizontalsperren durchzuführen.

Hinsichtlich der Instandsetzung der Dränanlage war insbesondere DIN 4095 »Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung« zu beachten. Demzufolge waren in der das zu schützende Bauwerk umgebenden Dränleitung Spül- und Kontrollrohre einzubauen, die an den Gebäudecken bzw. bei Richtungsänderungen der Dränleitung anzuordnen sind (vgl. Abb. 3.13.4). Mit dieser Maßnahme wurde das regelmäßige Spülen der Dränleitungen ermöglicht und somit die dauerhafte Funktionsfähigkeit der Dränung sichergestellt.

Darüber hinaus war der nachträgliche Einbau horizontaler Abdichtungen gemäß DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen« gegen kapillar aufsteigende Feuchte in den Innenwänden erforderlich. Folgende mechanische und chemische Verfahren werden hierfür üblicherweise eingesetzt:



**Abb. 3.13.4:** Beispiel einer Anordnung von Dränleitungen, Kontroll- und Reinigungseinrichtungen bei einer Ringdränung (Mindestabmessungen) (Quelle: DIN 4095:1990-06)

- Abschnittsweises Aufstemmen des Mauerwerks und Einlegen einer Sperrschicht
- Aufsägen des Mauerwerks (Mauersägeverfahren) und Einlegen einer Sperrschicht
- Edelstahlblech-Einpressverfahren sowie
- Injektionsverfahren (unter Druck oder drucklos) mit kapillarverdichtender und/oder hydrophobierender Wirkung.

Der Vorteil von mechanischen Verfahren liegt in der vergleichsweise sicheren und nachvollziehbaren Wirksamkeit. Unabdingbare Voraussetzung ist jedoch die ausreichende Tragfähigkeit der Bausubstanz, da diese Maßnahmen immer einen Eingriff in die statische Substanz darstellen. Das Einrammen von Edelstahlblechen ist nur bei weichem Mauerwerk oder Mauerwerk mit durchgehenden, horizontalen Fugen möglich. Das chemische Verfahren mit Bohrlochinjektionen hat dagegen keinen Einfluss auf die Standsicherheit, ist aber nicht geeignet bei Mauerwerk mit größeren Hohlräumen, Schalenmauerwerk oder Mauerwerk aus dichtem Naturstein.

Aus Effektivitätsgründen wurde im vorliegenden Fall das einstufige Edelstahlblech-Einpressverfahren gewählt, bei dem das Trennen und Abdichten des Mauerwerks in einem Arbeitsgang erfolgt. Dabei werden die gewellten Edelstahlbleche ohne Öffnen des Mauerwerkes so in die Mörtelfugen eingebracht, dass eine seitliche Überlappung bzw. ein seitliches ineinander Greifen der Platten erreicht wird. Die Edelstahlbleche werden pneumatisch oder hydraulisch mit hohen Frequenzen eingepresst, um ein Verschieben des Mauerwerks in Schlagrichtung zu vermeiden. Bei dem Einsatz von mechanischen Verfahren wird empfohlen, dass diese dem Merkblatt 4-7-02/D »Nachträgliche mechanische Horizontalsperre« (Ausgabe 2002) der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V. (WTA) entsprechen.

Als flankierende Maßnahme zur horizontalen Abdichtung der Kellerinnenwände wurde der Einsatz eines Sanierputzes empfohlen. Hierbei handelt es sich um eine bewährte Maßnahme zur Sanierung von feuchte- und salzbelastetem Mauerwerk. Der Wirkmechanismus von Sanierputzen lässt sich kurz zusammengefasst mit einer hohen Porosität und Wasserdampfdurchlässigkeit bei gleichzeitig erheblich reduzierter kapillarer Leitfähigkeit beschreiben. Der Einsatz von Sanierputzen dient der verbesserten Austrocknung von durchfeuchtem Mauerwerk. Vor einer Sanierung muss grundsätzlich der Durchfeuchtungsgrad (und die Salzbelastung) des Mauerwerks gemessen werden, damit ein geeigneter Sanierputz ausgewählt werden kann. Es wird empfohlen, Sanierputze gemäß WTA-Merkblatt 2-9-04/D »Sanierputzsysteme« (Ausgabe 2004) einzusetzen. Bei Sanierputzen nach WTA

handelt es sich um ein mehrschichtiges Putzsystem, bestehend aus einem Spritzbewurf sowie einem Grundputz und einem Sanierputz.

## Schadenvermeidung

Bauwerke und Bauteile sind grundsätzlich entsprechend den Maßgaben der DIN 18195 abzudichten. Hinsichtlich der Ausführung von Horizontalsperren ist DIN 18195-4 »Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung« zu entnehmen, dass Außen- und Innenwände von Gebäuden durch mindestens eine waagerechte Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit zu schützen sind. Aufgrund mangelnder Unterlagen zur Ausführungs- und Detailplanung des Gebäudes ist nicht zu klären, ob es sich hier um einen Planungsfehler des Architekten oder um einen Ausführungsfehler der bauausführenden Firmen handelt.

Bei der Herstellung einer fachgerechten Dränanlage sind die Anforderungen der DIN 4095 »Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung« zu beachten. Demnach müssen die Dränleitungen mit Revisionsschächten ausgestattet sein, die eine regelmäßige Kontrolle sowie Instandhaltungsmaßnahmen wie das Spülen der Leitungen ermöglichen. Es ist nicht bekannt, ob die Beauftragung der Ausführung der Dränanlage die Position Spül- und Kontrollsäume beinhaltete. Insofern ist nicht zu klären, ob die ursprünglich beauftragte Leistung nicht auftragsgemäß bzw. nicht entsprechend den anerkannten Regeln der Technik ausgeführt worden ist oder ob es sich hier um eine fehlerhafte Planungsvorgabe des Architekten handelt.

### 3.14 Mangelhafte Vorbereitung des Untergrundes und unzureichende Durchtrocknung einer Bauwerksabdichtung mit KMB

#### Sachverhalt

An einem im Jahr 2004 schlüsselfertig errichteten, voll unterkellerten, freistehenden Einfamilienhaus wurde Anfang Dezember 2005 durch den Eigentümer festgestellt, dass der im Kellergeschoss verlegte Teppichboden durchfeuchtet war.

Anzumerken ist, dass vor Beginn der Bauarbeiten eine Baugrunduntersuchung auf dem betreffenden Baugrundstück durchgeführt worden war.

Bereits im Vorfeld der Schlussabnahme des Gebäudes im August 2005 sowie in dem darauf folgenden Zeitraum wurden in Teilabschnitten der Kelleraußenwän-

de erhebliche Feuchteerscheinungen mit Folgeschäden im Bereich des gesamten Kellergeschosses festgestellt.

Im Zuge der Übergabe des Gebäudes im August 2005 wurden in einem Abnahmeprotokoll diverse Mängel, insbesondere die Feuchteerscheinungen im Bereich des Kellergeschosses festgehalten. Zum Zeitpunkt der Abnahme war der Ausbau des Untergeschosses aufgrund dieser Feuchteerscheinungen nicht fertig gestellt worden, da sich an den Innenseiten der Kelleraußenwände auf den Putzoberflächen erhebliche Verfärbungen und Feuchteverfleckungen abzeichneten bzw. sich in Teilabschnitten mikrobieller Befall zeigte. Die Abnahme des Gebäudes wurde unter Ausschluss des gesamten Kellergeschosses erklärt.

Von Anfang bis Ende September 2005 erfolgten eine technische Hohlraumtrocknung der Wärmedämmung unter dem schwimmenden Estrich im Kellergeschoss sowie eine unterstützende Raumluftentfeuchtung mittels Kondensatiornstrockner.

Zur Klärung der Schadensursache der erneuten Feuchteerscheinungen wurde ein Bausachverständiger mit der Begutachtung des Schadens und der Ermittlung der Schadensursachen beauftragt.

Im Rahmen der daraufhin stattgefundenen Untersuchungen wurden zunächst innenseitig zwei Bauteilöffnungen im Bereich des schwimmenden Zementestrichs im Kellergeschoss durchgeführt. Dabei wurde unterhalb der Estrichplatte in der Ebene der Wärmedämmung bis zu 4 cm hoch anstehendes Wasser festgestellt. Seitens des Sachverständigen wurde als Schadensursache der Ausfall der Pumpenanlage im Zusammenhang mit starken Regenfällen benannt. Daraufhin wurde die Pumpe ausgetauscht und in Betrieb genommen.



**Abb. 3.14.1:** »Freies Wasser« oberhalb der Sockelabklebung

Im darauffolgenden Frühjahr zeigten sich bei weiteren Untersuchungen am Gebäude erneut Feuchteerscheinungen an der unteren Mauerwerksschicht der Kelleraußenwände. Im weiteren Verlauf wurde zur abschließenden Ermittlung der Schadensursache bzw. der aus technischer Sicht Verantwortlichen ein weiterer Bausachverständiger eingeschaltet.



**Abb. 3.14.2:** Feuchteverfleckungen an den Kellerwänden

### Schadensursache

Im Rahmen von mehreren Ortsterminen wurde festgestellt, dass sich im Bereich der Klebepunkte der aufgebrachten Schutzschicht aus Polystyrol-Dämmplatten die kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (KMB) vom Untergrund ablöst und insofern Fehlstellen in der Abdichtungsebene an der Außenseite der Kelleraußenwände entstehen.

Die labortechnische Untersuchung der örtlich entnommenen Probe der punktuellen Klebeverbindung auf der Perimeterdämmung ergab, dass die bituminöse Klebemasse grundsätzlich für den Einsatz- und Anwendungsort materialtechnisch geeignet ist. Materialunverträglichkeiten zwischen der Klebemasse und der KMB-Beschichtung bzw. den Polystyrolplatten konnten im Rahmen der Untersuchungen nicht festgestellt werden. Aufgrund des Haftens der ursprünglich auf der Kelleraußenwand aufgebrachten kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) an der Probe steht insofern fest, dass offensichtlich der Haftzugverbund der punktuellen Klebeverbindung auf der Dämmplatte an diesen Stellen wesentlich größer ist als der zwischen der kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) und dem Putzgrund der Kelleraußenwand.

Für das in Teilabschnitten auftretende Ablösen der vertikalen Bauwerksabdichtung ist eine nicht ausreichende Austrocknung der im Zuge des Bauablaufes

aufgebrachten Bitumendickbeschichtung vor dem Aufbringen der Dämmplatten ursächlich. Anhand der festgestellten Blasenbildungen an den freigelegten Abdichtungsebenen kann davon ausgegangen werden, dass die Putzuntergründe bzw. ggf. die Mauerwerkskonstruktion des Kellergeschosses zum Zeitpunkt des Auftrages der kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) nicht ausreichend trocken waren. Aufgrund des feuchten bzw. nassen Untergrundes während der Verarbeitung der vertikalen Abdichtungsebene konnte es in der Folge zu keinem ausreichenden Haftzugverbund zwischen dem Putzuntergrund und der frisch aufgebrachten Abdichtungsebene kommen.

Die im Zuge der Baufertigstellung und in der Folgezeit stattfindenden Bauwerkssetzungen haben in Teilbereichen zu einem Abriss der vertikalen Abdichtungsebene vom Putzuntergrund geführt. Durch die sogenannte Mitnahmesetzung in vertikaler Richtung haben sich die Perimeterdämmplatten samt Klebeverbindungen mit den Teilflächen der anhaftenden, vertikalen Bauwerksabdichtung vom Untergrund gelöst und u. a. zu den Fehlstellen in der Abdichtungsebene und in der Folge zu den vorgefundenen Durchfeuchtungerscheinungen insbesondere im Bereich des Fußpunktes des Mauerwerkssockels geführt.



**Abb. 3.14.3:** Risse in der vertikalen KMB-Abdichtungsebene

Zudem konnte anhand der Fotodokumentation, die im Verlauf des Schadenhergangs durch den ersten Bausachverständigen erstellt wurde, abgeleitet werden, dass die Unterkanten der Dämmplatten im Bereich der vorhanden Hohlkehlen nicht abgerundet und Rissbildungen an der Abdichtung vorhanden waren, so dass hier insofern ein baulich bedingter Mangel am Übergang der aufgehenden Kelleraußenwand zur Bauwerkssohle vorliegt. Dementsprechend stellen die Abdichtungs- und Schutzmaßnahmen insgesamt keine fachgerechten Bauausführungen dar.



**Abb. 3.14.4:** Messung der Schichtdicke am Bohrkern

Ferner hatten sich offensichtlich die Kanten der Dämmplatten aufgrund einer unzureichenden Aushärtung in die kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (KMB) gedrückt und so zu einer Verringerung der Schichtstärke der Abdichtungsebenen geführt.

Die hieraus entstehenden Undichtheiten an der Abdichtung stellen insofern ebenfalls bauliche Mängel dar.

Festzustellen ist, dass aufgrund der o. g. Mängel an der kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) die Bauwerksabdichtung insgesamt mangelhaft, nicht fachgerecht ausgeführt, für den entsprechenden Einsatzort weder geeignet noch dauerhaft funktionsfähig ist und zu den vorgefundenen Durchfeuchtungserscheinungen an den Kelleraußenwänden des Einfamilienhauses geführt hat. Abgesehen von den sonstigen konstruktiven Mängeln an der Abdichtungsebene sind in diesem Zusammenhang die Schäden im Wesentlichen durch Bauablauffehler (z. B. zu feuchte Untergründe beim Auftrag der Abdichtung, unmittelbares Aufbringen der Dämmplatten nach Herstellung der Bitumendickbeschichtung) in dem betroffenen Kellergeschoss verursacht worden.

## Schadensanierung

Zur Schadensanierung ist die Beseitigung der schadensursächlichen Mängel und der daraus resultierenden (Folge-) Schäden erforderlich. Zur Mangel- und Schadenbeseitigung der innenseitigen Feuchteerscheinungen in den betroffenen Kellerräumen des vorliegenden Schadensfalles sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Die Außenwände des gesamten Kellergeschosses sind freizulegen (zusätzliche Sicherungsmaßnahmen der im Arbeitraum der Baugrube vorhandenen Entwässerungsleitungen und der Dränanlage).

- Die Perimeterdämmebene sowie die mangelhaft ausgeführte Abdichtungsebene aus kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung ist (im Strahlverfahren) zu entfernen und das Material anschließend fachgerecht zu entsorgen.
- Der Untergrund ist ggf. zur Aufnahme der neuen Abdichtungsebene zu überarbeiten.
- Anschließend ist die Abdichtungsebene fachgerecht, nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik herzustellen.
- Die profilierte Perimeterdämmung mit Vlieskaschierung ist aufzubringen.
- Die Ringdränung ist zu überarbeiten.
- Danach ist die Baugrube mit geeignetem Bodenmaterial zu verfüllen.
- Die Außenanlagen und der Spritzwasserschutzstreifen sind wiederherzustellen.
- Nach erfolgter Bauwerksabdichtung ist die Absaugung des freien Wassers und eine fachgerechte technische Hohlraumtrocknung des gesamten Fußbodenauflaufs im Kellergeschoss des betroffenen Einfamilienwohnhauses erforderlich.
- Die schadhaften Innenputzflächen an den Wandsockeln sind zu erneuern. Zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes werden raumabhängig diverse Maler-, Tapezier- und Bodenbelagsarbeiten erforderlich.

Ausweislich der DIN 18195-1 »Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarbeiten«, ist beim Einbau einer Dränanlage eine Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser nach DIN 18195-4 »Bauwerksabdichtungen – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung« herzustellen. Gemäß Punkt 7.3.3 »Abdichtung mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KBM)« der Norm darf das Aufbringen der Schutzschicht auf die Bauwerksabdichtung erst nach ausreichender Durchtrocknung der Abdichtung erfolgen.

Die Schutzschicht in Form der profilierten Perimeterdämmebene aus Polystyrolplatten mit Vlieskaschierung ist im Abdichtungssystem der gewählten kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) mit geeigneten Klebemassen mit ausreichendem Flächenkontakt zum Untergrund aufzubringen. Die Verwendung und Eignung dieser Klebeverbindungen ist insbesondere im Hinblick auf die zu erwartenden Bauwerkssetzungen und hinsichtlich der Materialverträglichkeit zwischen Klebemasse und Abdichtungsebene bzw. der Klebemasse zur Perimeterdämmung zu prüfen.

Des Weiteren müssen gemäß der DIN 18195-3 »Bauwerksabdichtungen – Teil 3: Anforderungen an den Untergrund und Verarbeitung der Stoffe«, Punkt 4 »Anforderungen an den Untergrund« Kanten gefast und Kehlen abgeschrägt oder

gerundet sein, um in diesen Abdichtungsabschnitten eine Durchgängigkeit der erforderlichen Schichtdicken zu gewährleisten.

## Schadenvermeidung

Im vorliegenden Schadensfall wird deutlich, wie wichtig für Planer und Bauausführende sowie ggf. auch externe Bauqualitätssicherer die Kenntnis von den ordnungsgemäßen zeitlichen und technischen Abläufen einer den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechenden Bauwerks-/Kellergeschossabdichtung ist.

Erforderlich ist zudem die herstellerkonforme Verarbeitung z. B. einer Bitumendickbeschichtung, wobei insbesondere auf ausreichende Schichtdicke und ordnungsgemäße Austrocknung bzw. Aushärtung zu achten ist. Zuvor ist der Untergrund (i. d. R. das Kellermauerwerk) auf ausreichende Durchtrocknung hin zu überprüfen. Diese technischen Abläufe sind in Bauzeitenplänen zu berücksichtigen und erfordern zudem einen erheblichen Überwachungsaufwand. Üblicherweise werden im Zuge von Abdichtungsmaßnahmen mittels kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtungen (KMB) Referenzproben zur Feststellung der Durchtrocknung bzw. Aushärtung sowie zur Kontrolle der Nass- und Trockenschichtdicken von dem ausführenden Unternehmen erstellt, die grundsätzlich auch durch den Bauleiter zu prüfen sind. Ein vorzeitiger Einbau der Dämmplatten als Schutzschicht hätte so verhindert werden können.

Darüber hinaus ist in einem ggf. folgenden Arbeitsgang bei auf die Bitumendickbeschichtung aufzubringenden Dämmplatten darauf zu achten, dass diese ohne Beschädigung der bereits vorhandenen Abdichtungsebene angebracht werden. Hier sind zumindest in Teilbereichen die Kanten der Dämmplatten ggf. anzufasen, damit sich diese nicht in die bereits aufgebrachte Bitumendickbeschichtung (KMB) drücken können und so zu einer Verringerung der Schichtdicke der Abdichtungsebene führen. Auf eine Materialverträglichkeit des Klebers zur Fixierung der Dämmplatten mit der bereits vorhandenen Bitumendickbeschichtung ist zu achten.

## 3.15 Fehlende Wärmedämmung und unzureichende Bauwerksabdichtung eines nachträglich ausgebauten Kellergeschosses

### Sachverhalt

In einem bestehenden Reihen-Einfamilienhaus wurde das bis dahin nicht ausgebauten und nicht beheizte Kellergeschoss in hochwertig genutzten Wohnraum umgewandelt. Das Kellergeschoss liegt nur zum Teil unter der Geländeoberfläche (sogenanntes Souterrain) und kann daher natürlich belichtet werden (vgl.

Abb. 3.15.1). Im Rahmen der Umbaumaßnahmen wurde der neu angelegte Raum an die Wärmeversorgung des Gebäudes angeschlossen, der Fußboden wurde mit Teppichboden ausgelegt, die Wände neu verputzt und mit einer Raufasertapete bekleidet (vgl. Abb. 3.15.2). Abschließend erfolgte der Einbau von modernen Fenstern mit Wärmeschutzverglasung ( $U_w = 1,8 \text{ W/Km}^2$ ), die die bestehenden Kellerfenster mit Einfachverglasung ersetzten.

Kurze Zeit nach Abschluss der Arbeiten wurden im Kellergeschoss eine deutlich erhöhte Luftfeuchte und ein »muffiger« Geruch der Raumluft festgestellt. Dar-



**Abb. 3.15.1:** Außenansicht Souterrain

aufhin wurde der Kellerraum mehrmals am Tag gelüftet und die Beheizung – auch über die Sommermonate – intensiviert. Im Laufe der folgenden eineinhalb Jahre nahm der »muffige« Geruch weiter zu, woraufhin ein Sachverständiger hinzugezogen wurde. Untersuchungen zur Materialfeuchte ergaben, dass die Innenoberfläche der erdberührten Kelleraußenwand sowie die Eckbereiche der einbindenden Raumwände (Haustrennwände) stark erhöhte Messwerte aufwiesen.

Die Feuchtebelastung der Wände zeichnete sich insbesondere in den Raumcken als ein deutlich sichtbarer Feuchtehorizont ab, während im Sockelbereich in Höhe der Fußleisten ein starker Befall mit Schimmelpilzen zu erkennen war (vgl. Abb. 3.15.3 + 3.15.4). Die Kontrollmessung der Raumluftfeuchte ergab einen Wert von 72 % rel. Feuchte bei ca. 18°C Raumlufttemperatur.

Wie sich herausstellte, lagen den Eigentümern keine Ausführungs- oder sonstige Pläne des Gebäudes vor. Angaben zur Ausführung einer Außenabdichtung waren überdies nicht bekannt. Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der bestehenden Bauwerksabdichtung wurden 2 Kernbohrungen am erdberührten Teil der Kelleraußenwand durchgeführt und die Bohrkerne hinsichtlich des Aufbaus bzw. der Konstruktion untersucht. Dabei ergab sich, dass die Kelleraußenwand



**Abb. 3.15.2:** Neu angelegter Wohnraum im Souterrain



**Abb. 3.15.3:** Schimmelpilzbefall in Höhe der Fußleisten an der Kelleraußenwand

im gesamten Querschnitt durchfeuchtet war. Die Außenabdichtung aus einem bituminösen Anstrich wies diverse Fehlstellen und eine ungleichmäßige Stärke auf.

Darüber hinaus wurde eine Grundwasserabfrage bei der zuständigen Gemeinde für das betreffende Grundstück eingeholt. Demnach lag der maximale gemessene (lokale) Grundwasserstand der zurückliegenden 18 Monate deutlich höher als in den vorausgegangenen Jahren, was vor allem auf die erheblich gestiegenen Niederschlagsmengen in besagtem Zeitraum zurückgeführt wurde. Weiterhin wurde festgestellt, dass auch bei erhöhtem Grundwasserstand die erdberührten Bauteile des Gebäudes oberhalb des Bemessungswasserstandes lagen. Nach Angabe handelte es sich bei dem anstehenden Erdreich bis in eine Tiefe von ca. 8,00 m um Feinsand mit stark bindigen Bestandteilen.



**Abb. 3.15.4:** Feuchtehorizont im Eckbereich Kelleraußenwand/Haustrennwand

## Schadensursache

Im Rahmen der Umbauarbeiten wurde das ursprünglich als »klassischer« Keller genutzte Souterrain in einen dauerhaft bewohnten und beheizten Wohnraum umgewandelt. Neben dem Einbau von Fenstern mit Wärmeschutzverglasung wurden keine weiteren Maßnahmen für die energetische Ertüchtigung des neu hergestellten Wohnraums vorgenommen. Die erdberührte Kelleraußenwand, die den nun beheizten Wohnraum vom Außenbereich trennte, blieb ungedämmt, so dass hier mit Beginn der Beheizung eine Wärmebrücke entstand. Wärmebrücken sind energetisch geschwächte Bereiche in einer Baukonstruktion, die deutlich größere Wärmeverluste im Vergleich zu angrenzenden Bereichen aufweisen (vgl. Institut für Bauforschung e. V., *Energetische Gebäudemodernisierung*, 2. Auflage, S. 24). Insbesondere Außenwandecken stellen Wärmebrücken dar, da hier einer vergleichsweise kleinen Fläche im beheizten Innenraum eine sehr viel größere Fläche im Außenbereich gegenübersteht, über die verstärkt Wärme abfließen kann (geometrische Wärmebrücke). Als Folge ist die innere Oberflächentemperatur der Raumecke deutlich niedriger als die der angrenzenden Wandoberflächen.

Insofern kam es an der Innenoberfläche der ungedämmten Kelleraußenwand und an den angrenzenden Raumecken aufgrund der vergleichsweise niedrigen Oberflächentemperaturen zu einem erhöhten Wärmeabfluss. Kondensation führte in der Folge zu den benannten Feuchte- und Feuchtefolgeerscheinungen. Kondensat (Tauwasser) bildet sich immer dann, wenn feuchtegesättigte Luft auf kalte Oberflächen trifft. Im vorliegenden Schadensfall kühlte sich die im Rauminnenraum

vorhandene feuchtwarme Luft an den kälteren Wandbauteilen ab und schlug sich daran als Kondensat nieder. Dies führte zu einer dauerhaften Feuchtebeaufschlagung und in der Folge zu einem Befall mit Schimmelpilzen.

Es ist zudem davon auszugehen, dass über die festgestellten Fehlstellen an der bestehenden Bauwerksabdichtung Feuchte in das Außenwandbauteil eindringen und somit die Durchfeuchtung noch verstärken konnte. Wie die Ermittlungen ergaben, konnte das freie Grundwasser allein nicht zu den benannten Feuchteerscheinungen geführt haben (vgl. Abschnitt *Sachverhalt*). Nach Angabe ist das anstehende Erdreich als wenig durchlässiger Boden einzustufen. Es ist daher anzunehmen, dass sich das anfallende Wasser zeitweise aufstaute und einen entsprechenden Druck auf die erdberührten Bauteile ausügte. Aufgrund der defekten Bauwerksabdichtung konnte dann zusätzlich Wasser in das Bauwerk eindringen.

## Schadensanierung

Zur Sanierung der benannten Schäden im Innen- und Außenbereich wurden der Innenputz ausgetauscht, die Bauwerksabdichtung erneuert und die erdberührte Kelleraußenwand nachträglich gedämmt.

Für die Sanierung des Kellerraumes musste insbesondere der feuchtegeschädigte Innenputz beseitigt und erneuert werden. Dazu wurden das freigelegte Mauerwerk gesäubert und im Anschluss zur Bodenplatte eine Sperrmörtelfuge eingebaut. Vor dem Aufbringen des neuen Innenwandputzes (P III) wurden die Innenwandflächen mit Haftgrund vorbehandelt und mit Epoxidharz egalisiert.

Zur Schadensanierung im Außenbereich war der Austausch der fehlerhaften Bauwerksabdichtung erforderlich. Dazu wurde zunächst die vorhandene bituminöse Abdichtung vollständig entfernt, die Kelleraußenwand gründlich gereinigt und festgestellte Risse im Mauerwerk kraftschlüssig verschlossen. Wie entsprechende Untersuchungen zum Baugrund ergaben, war eine Abdichtung nach DIN 18195-6 »Bauwerksabdichtungen – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser; Bemessung und Ausführung« erforderlich. Die Sanierungsempfehlung sah hierzu eine Abdichtung mit einer Kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) vor.

Entsprechend der »Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit Kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile« (so genannte Dickbeschichtungsrichtlinie) wurde als vorbereitende Arbeit der Anschlussbereich Kelleraußenwand / vorstehende Sohlplatte als Hohlkehle aus Zementmörtel (MG III) ausgebildet. Die Kelleraußenwand erhielt einen Voranstrich aus Bitumen-Emulsion, um die Haftung der darauf aufzubringenden

Abdichtung zu gewährleisten. Die KMB wurde nach den Vorgaben der DIN 18195-6 mit Verstärkungseinlage aufgebracht und abschließend mit einer Schutzschicht aus Perimeterdämmplatten versehen.

Grundsätzlich wurde die Empfehlung gegeben, im Rahmen der Sanierung eine Wärmebrückeberechnung durchführen zu lassen, um die Bestandssituation zu analysieren und die Oberflächentemperaturen (insbesondere in Ecksituationen) zu überprüfen. In diesem Zusammenhang ist DIN 4108-2 »Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz« zu beachten, wonach die raumseitigen Oberflächentemperaturen eines Wohnraumes  $\geq 12,6^{\circ}\text{C}$  betragen müssen. Liegen alle Innenoberflächentemperaturen über diesem Wert, kann sich bei üblicher Wohnnutzung kein Schimmelpilz bilden.

Optional besteht die Möglichkeit der Installation einer (Einzelraum-) Lüftungsanlage, die die hygienische Mindestluftwechselrate im Wohnraum sicherstellt.

## Schadenvermeidung

Bei der Umwandlung von unbeheizten Kellerräumen in hochwertig genutzten Wohnraum ist vor allem zu beachten, dass die Außenbauteile eine ausreichende Wärmedämmung erhalten und bestehende Fenster entsprechend saniert oder gegen neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden.

Wärmebrücken (konstruktiv, geometrisch, stofflich bedingt) an den (erdbehrührten) Außenbauteilen bewirken einen erhöhten Wärmeabfluss und führen an diesen Stellen zu niedrigeren Innenoberflächentemperaturen, an denen es zum Ausfall von Tauwasser und in der Folge zu Materialdurchfeuchtungen und Schimmelpilzbildung kommen kann. Vorhandene Wärmebrücken an Bauteilen sind daher stets zu beseitigen. Auch bestehende Fenster mit geringer Fugendichtigkeit und ohne nennenswerte Wärmedämmung (z. B. Einscheibenverglasung) können erhebliche Wärmeabgänge verursachen, bedingt durch Transmissions- und Lüftungswärmeverluste. Zur Fenstersanierung sind aus technischer Sicht folgende Maßnahmen möglich:

- Austausch der alten Verglasung gegen Wärmeschutzglas unter Beibehaltung des vorhandenen Fensterrahmens
- Einbau eines zweiten Fensters auf der Rauminnenseite (Prinzip Kastenfenster)
- Einbau eines neuen Fensters mit Wärmeschutzverglasung.

Durch eine Fenstersanierung wird nicht nur die Wärmedämmung des Bauteils verbessert, sondern immer auch die Luftdichtigkeit. Thermische Schwachstellen in Form bestehender Fugen an den Bauteilanschlüssen werden beseitigt, so dass

ein ungeregelter Luftwechsel nicht mehr erfolgen kann. Zur Sicherstellung der hygienischen Mindestluftwechselrate, und damit zur Vermeidung von Feuchte- und Schimmelpilzschäden, ist eine entsprechende Anpassung des Lüftungsverhaltens erforderlich.

## 4 Schadenprophylaxe

Die überwiegende Anzahl der auftretenden Schäden an erdberührten Bauteilen sind auf Fehler zurückzuführen, die ihren Ursprung in der Vorplanung oder der Ausführungsplanung haben. Als »klassische« Planungsfehler sind neben fehlenden oder fehlerhaften Voruntersuchungen (z. B. Erstellung von Bodengutachten, Einholung von Baugrunduntersuchungen) zur fachgerechten Berücksichtigung der Wasser- und Bodenverhältnisse die nicht fach- und sachgerechte Planung der Entwässerungsanlagen bzw. der Bauwerksabdichtung zu nennen.

Für alle am Bau Beteiligten sind folgende grundsätzliche Schlussfolgerungen zur Verbesserung der Bauqualität und damit auch zur Senkung der Schadensfälle mitsamt den damit verbundenen Mängelbeseitigungskosten auf Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse abzuleiten:

- Planer und Bauausführende sollten für die beschriebene Problematik sensibilisiert werden
- Planungs- und Ausschreibungsleistungen sind zu verbessern
- die Bauüberwachung ist zu optimieren
- die handwerklichen Leistungen in allen ausführenden Gewerken sind durch den Einsatz von qualifiziertem Personal zu verbessern
- die Auftraggeber/Bauherren sollten für die Notwendigkeit einer Baugrunduntersuchung sensibilisiert werden
- die planenden Architekten und Bauingenieure sollten über das Haftungsrisiko bei Verzicht auf die Klärung der Wasser- und Bodenverhältnisse aufgeklärt werden
- die Auftraggeber/Bauherren sollten über die Vorteile der Implementierung von baubegleitenden Qualitätskontrollen informiert werden.

Letztendlich sind Qualitätskontrollen ein wesentliches Instrument zum Erreichen eines qualitätsvollen Bauergebnisses sowohl für den Auftraggeber als auch für den Auftragnehmer. Es bedarf vermehrter Anstrengungen, alle Beteiligten hinsichtlich des geschilderten Sachzusammenhangs zu sensibilisieren, damit diese ihr Handeln dem Ziel einer nachhaltigen Bauqualität und damit weitgehender Mängelfreiheit unterordnen.

### 4.1 Untersuchungen und Nachweise

Erdberührte Bauteile sind durch Abdichtungen gegen Wasser aus dem Baugrund zu schützen. Die Art, Ausführung und Bemessung der Abdichtung erfolgt in Ab-

hängigkeit vom anstehenden Baugrund sowie von der Wasserbeanspruchung der Bauwerke.

Eine wichtige Voraussetzung für die fach- und sachgerechte Planung erdberührter Bauteile ist die Kenntnis der vorhandenen Bodenverhältnisse. Um sicherzustellen, dass Aufbau, Beschaffenheit und Eigenschaften des Baugrunds frühzeitig, d. h. bereits für den Entwurf und die Ausschreibung eines Bauvorhabens bekannt sind, werden geotechnische Erkundungen und Untersuchungen durchgeführt. Die Ausführung von Baugrunduntersuchungen ist im Wesentlichen in DIN EN 1997-2 »Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds« geregelt. Auf nationaler Ebene werden die europäischen Regelungen durch DIN 4020 »Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2« erweitert.

Entscheidend für die Ausführung der Abdichtung ist zudem die Angriffsart des Wassers an den betreffenden Außenbauteilen. Wasser im Baugrund tritt als im Boden vorhandenes, kapillar gebundenes Wasser (Lastfall Bodenfeuchte), als nicht stauendes Sickerwasser aus Niederschlägen (Lastfall nichtdrückendes / nicht stauendes Wasser) sowie als von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser (Lastfall drückendes Wasser) auf. Die Art, Ausführung und Bemessung von Bauwerksabdichtungen ist im Wesentlichen in der Normenreihe DIN 18195 »Bauwerksabdichtungen« geregelt. Als weitere maßgebliche Kenngröße ist der Bemessungswasserstand zu beachten, der laut DIN 18195-1 »Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten« als »*der höchste, nach Möglichkeit aus langjähriger Betrachtung ermittelte Grundwasserstand/Hochwasserstand*« definiert wird.

Erfahrungen aus der Bau- und Sachverständigenpraxis zeigen, dass eine Vielzahl von Schäden an erdberührten Bauteilen auf Fehler zurückzuführen sind, die ihren Ursprung bereits in der Vorplanungsphase haben. Die Ermittlung der Randbedingungen (z. B. Bodenverhältnisse, Grundwasserstände) im Rahmen des Entwurfs (Leistungsphase 1–3 nach der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure – HOAI) erfordert daher ein hohes Maß an Sorgfalt und Sachverstand.

## 4.2 Planung

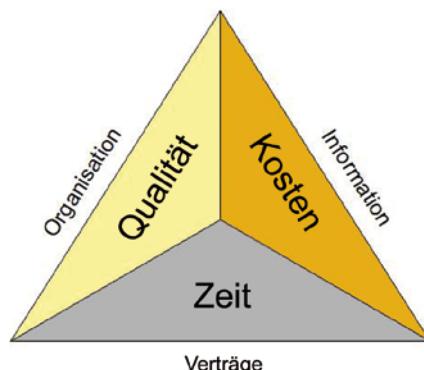
Im Rahmen der Ausführungsplanung (Leistungsphase 5 nach HOAI) erdberührte Bauteile werden die Ergebnisse der vorangegangenen Entwurfsplanung ausführlicher bearbeitet und stufenweise vervollständigt.

Um späteren Mängeln in der Ausführung vorzubeugen, ist auf eine vollständige, umfassende und detaillierte Ausarbeitung der Planung zu achten. Diese um-

fasst neben der zeichnerischen Darstellung der Bauteile in einem angemessenen Maßstab insbesondere eine aussagekräftige textliche Beschreibung mit allen für die Ausführung notwendigen Einzelangaben (z. B. zu verwendende Materialien, Verarbeitungshinweise). Wenn die Planungsleistung nicht die nach dem Vertrag oder der gewöhnlichen Verwendung vorausgesetzte oder vertraglich vereinbarte Beschaffenheit aufweist, ist sie mit einem Sachmangel behaftet. In diesem Zusammenhang wird auch von einem Planungsfehler gesprochen.

Gemäß dem geltenden Werkvertragsrecht ist der beauftragte bzw. verantwortliche Planer verpflichtet, ein mangelfreies Werk herzustellen. Wie bereits im Abschnitt *Untersuchungen und Nachweise* dargestellt wurde, schuldet der Planer dem Besteller einer Bauwerksabdichtung somit die Ausarbeitung eines qualifizierten, funktionsfähigen und den vorhandenen Gegebenheiten (Wasserbeanspruchung, Baugrund) entsprechenden Abdichtungskonzeptes. In diesem Zusammenhang stellt die Einbindung einer unabhängigen Qualitätsprüfung in den Planungsprozess eine geeignete Möglichkeit dar, Schwachstellen im Abdichtungskonzept frühzeitig zu erkennen, Planungs- und Ausführungsfehler zu unterbinden und insofern die Qualität am Bau nachhaltig zu sichern.

Erfahrungsgemäß entfallen die weitaus meisten Schäden an erdberührten Bauteilen auf Planungs- und Ausführungsfehler. Der kompetenten Prüfung der Planinhalte hinsichtlich der Übereinstimmung mit den vertraglich vereinbarten Anforderungen und den allgemein anerkannten Regeln der Technik kommt insofern eine wesentliche Bedeutung zu. Aufgrund des stetig steigenden Kosten-, Zeit- und Leistungsdrucks sowie der zunehmenden Komplexität der normativen Regelungen kann eine unabhängige planungsbegleitende Qualitätsprüfung als hilfreiche Unterstützung für den Planer dienen (vgl. Abb. 4.2.1).



**Abb. 4.2.1:** Vernetzung von Qualität, Kosten und Zeit

## 4.3 Ausschreibung

Nach Abschluss der Planungsphase folgt die Vergabe der Leistungen (Leistungsphase 6 und 7 nach HOAI). In der Vorbereitungsphase der Vergabe werden die Ergebnisse der Ausführungsplanung für die erdberührten Bauteile in die entsprechenden Leistungsbeschreibungen umgesetzt, die als Grundlage für die Angebote der Bewerber dienen. Mit dem Aufstellen der Leistungsbeschreibungen werden die ersten entscheidenden Bestimmungen für die Bauaufgabe getroffen. Es folgen das Zusammenstellen der Vergabe- und Vertragsunterlagen, das Einholen und Prüfen der Angebote, die Verhandlung mit den Bietern sowie abschließend die Auftragserteilung. Eine fehlerhafte Vorbereitung und Durchführung der Vergabe kann somit weitreichende Folgen hinsichtlich der Kostenentwicklung und des Zeitrahmens der Baumaßnahme haben. Die Durchführung des Vergabeverfahrens erfordert vom ausschreibenden Architekten/Ingenieur einen umfassenden Überblick über das Vergaberecht.

In der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB, Neufassung: Ausgabe 2009) sind Bestimmungen für die Vergabe von Bauaufträgen öffentlicher Auftraggeber und Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen geregelt. Die VOB gilt üblicherweise als rechtliche Grundlage für alle Bauvorhaben.

Eine besondere Problematik bei Ausschreibungen stellt die häufig nicht VOB-konforme Ausformulierung der Leistungsbeschreibungen dar. Bei der Leistungsbeschreibung handelt es sich um einen wesentlichen Teil der Verdingungsunterlagen, die wiederum Bestandteil der Vergabeunterlagen sind. Dass die Leistungsbeschreibung eine besonders wichtige Komponente jedes Bauvertrages darstellt, wird insbesondere durch VOB/B § 1 »Art und Umfang der Leistungen« deutlich. Demgemäß gilt bei Widersprüchen im Vertrag ausdrücklich die Beschreibung der Leistungen vor den weiteren Vertragsbedingungen und technischen Vorschriften (vgl. VOB/B § 1 Nr. 2).

Die Anforderungen an eine der VOB entsprechenden Leistungsbeschreibung sind im Wesentlichen VOB/A § 7 »Leistungsbeschreibung« zu entnehmen. In § 7 Nr. 1 heißt es dazu: »Die Leistung ist eindeutig und so erschöpfend zu beschreiben, dass alle Bewerber die Beschreibung im gleichen Sinne verstehen müssen und ihre Preise sicher und ohne umfangreiche Vorarbeiten berechnen können.« Die Leistungsbeschreibung kann dabei entweder mit einem Leistungsverzeichnis oder einem Leistungsprogramm (»funktionale Ausschreibung«) erfolgen, wobei nach § 7 Nr. 9 bevorzugt das Verfahren mit Leistungsverzeichnis gewählt werden sollte. Weiterhin gilt, dass im Leistungsverzeichnis unter einer Position

ausschließlich solche Leistungen zusammengefasst werden, die als gleichartig (z. B. hinsichtlich ihrer technischen Beschaffenheit) anzusehen sind (vgl. *VOB/A* § 7 Nr. 12).

Die Ausführungen in *VOB/A* § 7 und *VOB/B* § 1 verdeutlichen die Wichtigkeit einer detaillierten Leistungsbeschreibung. Eine unmissverständliche Bewertung einer Leistung und damit einhergehend eine klare Kalkulation erfordern insofern die eindeutige Beschreibung der Leistung, gegliedert nach einzelnen Positionen. Das Zusammenfassen nicht gleichartiger Leistungen unter einer Ordnungszahl kann dagegen zu Missverständnissen sowie zu nicht kalkulierbaren Positionen führen. Nicht zuletzt ist bei normativen Verweisen auf die aktuellen Normen hinzuweisen.

Es besteht für den ausschreibenden Architekten/Ingenieur im Übrigen keine Verpflichtung, ausschließlich Bauweisen bzw. Baustoffe für die Ausführung erdberührter Bauteile auszuschreiben, die den einschlägigen DIN-Normen zu entnehmen sind. Eine DIN-Norm ist eine reine Empfehlung technischer Art. Sie ist aus sich heraus nicht rechtsverbindlich und hat keinen Gesetzescharakter. Eine DIN-Norm ist zudem nicht automatisch eine allgemein anerkannte Regel der Technik. Dazu wird sie erst, wenn die »Öffentlichkeit« und insbesondere der Anwenderkreis der Norm dieselbe zum Einsatz bringt.

Wird gemäß Leistungsverzeichnis ein nicht der DIN entsprechender Baustoff bzw. eine nicht der DIN entsprechende Bauausführung für die Herstellung erdberührter Bauteile vorgegeben, so obliegt es dem Auftragnehmer, gegenüber dem Auftraggeber Bedenken anzumelden (vgl. *VOB/B* § 4).

Beabsichtigt der Auftragnehmer von sich aus, von den »üblichen« Bauausführungen bzw. den entsprechenden DIN-Normen abzuweichen, so muss er den Auftraggeber über dieses Vorgehen informieren und insbesondere die damit verbundene Problematik verdeutlichen. Der Auftragnehmer hat im Rahmen dieser Aufklärung sämtliche Vor- und Nachteile der von ihm vorgeschlagenen Ausführungsweise bzw. des von ihm bevorzugten Baustoffes gegenüber dem Auftraggeber darzulegen. Es ist zu empfehlen, den Inhalt dieser Aufklärung schriftlich zu fassen und vom Auftraggeber unterzeichnen zu lassen. Stimmt der Auftragnehmer vor diesem Hintergrund der von der DIN abweichenden Bauausführung zu, so kann die Vereinbarung in den Werkvertrag aufgenommen werden.

## 4.4 Ausführungsvorbereitung und Ausführung

Im Rahmen der Objekt- bzw. Bauüberwachung (Leistungsphase 8 nach HOAI) wird die Ausführung der erdberührten Bauteile hinsichtlich der Übereinstimmung

mit der Baugenehmigung, den Ausführungsplänen, den Leistungsbeschreibungen sowie den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den einschlägigen Vorschriften überwacht.

Darüber hinaus entfallen auf die Objektüberwachung die Koordination der Bauausführung, die Kontrolle der Einhaltung der vertraglich vereinbarten Termine (Fertigstellungstermine der für die erdberührten Bauteile relevanten Gewerke), die Abnahme der Bauleistungen unter Feststellung von Mängeln sowie die Übergabe der Bauleistung einschließlich Zusammenstellung und Übergabe der erforderlichen Unterlagen (z. B. Prüfprotokolle), beispielsweise zur Dokumentation der Funktionsfähigkeit der Bauwerksabdichtung. Die Objektüberwachung umfasst weiterhin die Verpflichtung zur Rechnungsprüfung und Kostenkontrolle. Dazu müssen die Abschlagsrechnungen des Auftragnehmers vom Architekten/ Ingenieur hinsichtlich der fachlichen und rechnerischen Richtigkeit geprüft sowie die Leistungsabrechnungen mit den Vertragspreisen und Kostenanschlägen abgeglichen und kontrolliert werden.

Eine nachhaltige Ausführungsqualität bei erdberührten Bauteilen lässt sich vor allem durch eine umfassende, koordinierte und kompetente Objektüberwachung erzielen. Kontinuierliche Kontrollen der Ausführung kombiniert mit einer entsprechenden Dokumentation erleichtern die frühzeitige Identifikation und Beseitigung möglicher Fehlerquellen. Zusätzlich können unabhängige Qualitätskontrollen dazu beitragen, dass die beauftragte Bauleistung die zugesicherten Eigenschaften bzw. die vertraglich vereinbarten Qualitäten aufweist.

Baubegehungen im Rahmen der Bauqualitätssicherung werden üblicherweise in unterschiedlichen Bauphasen bzw. nach Baufortschritt durchgeführt. Dabei wird die Bauleistung durch stichprobenartige Prüfung der Planung und Ausführung hinsichtlich einer mangelfreien Ausführung unter Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik und der vertraglich vereinbarten Beschaffenheiten kontrolliert.

Beispielhaft sei hier die Prüfung der Abdichtung erdberührter Bauteile genannt. Der Schwerpunkt bei dieser Kontrolle liegt vor allem auf den erfahrungs- gemäß kritischen Punkten einer Bauwerksabdichtung:

- Sohlplatte
- Kelleraußenwände
- Bauteilübergänge (z. B. Anschluss Sohlplatte – Kelleraußenwand, Kelleraußenwand – Lichtschacht)
- Durchdringungen (z. B. Rohrdurchführungen)
- Fugen (z. B. Bewegungsfugen)

- Baustoffe (z. B. Abdichtungsmaterialien, Fugenbänder)
- Maßhaltigkeit der Bauteile (z. B. Fertigteile).

Zusätzlich erfolgt eine Dokumentation der festgestellten Mängel, üblicherweise durch Protokolle und Fotodokumentationen.

## 4.5 Prüfung und Qualitätskontrollen

In der Endphase eines Bauprojektes müssen die erbrachten Leistungen nochmals geprüft und dokumentiert werden. Im Rahmen der Objektbetreuung und Dokumentation (Leistungsphase 9 nach HOAI) erfolgt eine abschließende Objektbegehung durch den Architekten/Ingenieur und den Bauherren zur Mängelfeststellung. Die aufgetretenen Mängel werden dokumentiert und vor Ablauf der Verjährungsfristen für Mängelansprüche gegenüber den bauausführenden Unternehmen geltend gemacht. Abschließend folgt das Überwachen der Beseitigung von Mängeln, die innerhalb der Verjährungsfristen für Mängelansprüche, längstens jedoch bis zum Ablauf von 4 Jahren seit Abnahme der Bauleistungen auftreten.

Die Abnahme nach dem Werkvertragsrecht beschreibt die Entgegennahme eines Werkes durch den Besteller (Auftraggeber), verbunden mit der Anerkennung, dass die bestellte Leistung den vertraglich vereinbarten Qualitäten entspricht. Eine wirksame Abnahme setzt somit die vertragsgemäße Erbringung sämtlicher im Werkvertrag festgelegten und vom Auftragnehmer geschuldeten Leistungen voraus. Gemäß § 640 BGB ist der Auftraggeber dazu verpflichtet, die vertragmäßig hergestellte Leistung abzunehmen, »sofern nicht nach der Beschaffenheit des Werkes die Abnahme ausgeschlossen ist«. Auch kann die Abnahme nicht wegen unwesentlicher Mängel verweigert werden (vgl. auch Kapitel 2 *Mangelbegriff*). Die Abnahme einer Leistung, z. B. die Herstellung einer Bauwerksabdichtung, ist vom Auftraggeber ausdrücklich zu erklären. In der Praxis erfolgt die Abnahme jedoch meist stillschweigend (»konkludente Abnahme«), z. B. indem die Honorarschlussrechnung bezahlt und/oder das Bauwerk in Benutzung genommen wird. Nimmt der Auftraggeber eine Leistung nicht ab, obwohl er dazu verpflichtet ist, so kann der Auftragnehmer nach § 640 BGB hierfür eine »angemessene Frist« bestimmen. Wird die Abnahme trotz der Fristsetzung nicht erklärt, so gilt nach deren Ablauf die Leistung automatisch als abgenommen (»fiktive Abnahme«).

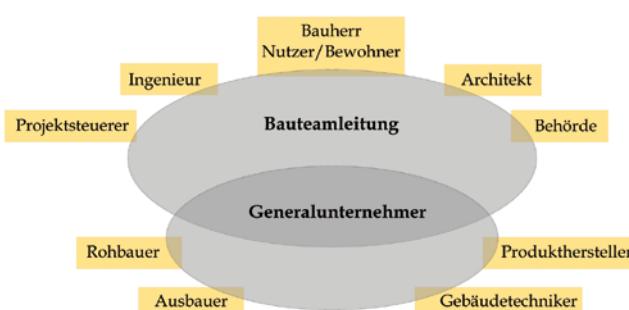
Sind in einem Bauvertrag die Regelungen der VOB Teil B »Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen« vereinbart, ist die Abnahme entsprechend den Bestimmungen des § 12 »Abnahme« durchzuführen. Nach der VOB/B können (anders als nach dem BGB) auf Verlangen in sich abgeschlossene

Teile der Leistung besonders abgenommen werden. Eine Verpflichtung des Auftraggebers bzw. des Bauherren zur Teilabnahme nach Leistungsphase 8 sollte generell vertraglich vereinbart werden. Dies ist insbesondere für den Architekten/ Ingenieur von erheblicher Relevanz, sofern er neben den Leistungsphasen 1 bis 8 auch die Leistungsphase 9 übernommen hat. Bei Vereinbarung der Teilabnahme ist zu empfehlen, im Vertrag eine zusätzliche Regelung aufzunehmen die sicherstellt, dass nach Erbringung der geschuldeten Leistungen aus der Leistungsphase 8 eine Teilabnahme auch tatsächlich stattfindet. Andernfalls muss die Abnahme erst nach Fertigstellung aller Leistungen, auch der Leistungsphase 9, durch den Auftraggeber erklärt werden. Die Abnahme kann dabei (wie nach § 640 BGB) grundsätzlich nur verweigert werden, wenn die Leistung mit wesentlichen Mängeln behaftet ist.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die weitaus meisten Schäden an erdberührten Bauteilen auf Fehler im Planungs- und Bauprozess zurückzuführen sind. Um bauliche Mängel frühzeitig zu erkennen und zu beseitigen bzw. optimalerweise vollständig zu verhindern, ist das Hinzuziehen eines qualifizierten und fachkundigen Qualitätsprüfers anzuraten. Abschließend folgt eine stichwortartige Auflistung der wesentlichen Ablaufschritte zur Schadenprophylaxe im Hochbau.

Als grundsätzliche Qualitätssicherungsmaßnahmen sind zu nennen:

- vollständige und umfassende Ausarbeitung der Planung
- detaillierte und unmissverständliche Beschreibung der geforderten Leistungen und Beschaffenheiten
- Vergabe der Aufträge nur an leistungsfähige Bieter
- detaillierte Abstimmung zwischen Planung und Bauausführung
- regelmäßige und umfassende Objektüberwachung
- zusätzliche Einbindung eines unabhängigen planungs- und baubegleitenden Qualitätsprüfers.



**Abb. 4.5.1:** Mögliche am Bau beteiligte Akteure

# Literaturverzeichnis

Bauherren-Schutzbund e. V. (Hrsg.), Institut für Bauforschung e. V.: Bauqualität von Neubauvorhaben – Auswertung von baubegleitenden Qualitätskontrollen. Berlin, 2007

Bundesarbeitskreis für Altbauerneuerung e. V. (Hrsg.), Institut für Bauforschung e. V.: Bauen im Bestand. 2. Auflage. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG. Köln, 2009

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.): Mindestanforderungen an Bau- und Leistungsbeschreibungen für Ein- und Zweifamilienhäuser. Berlin, 2007

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V. (Hrsg.): Kalksandstein. Planung, Konstruktion, Ausführung. 5. Auflage. Verlag Bau + Technik GmbH. Düsseldorf, 2009

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAfStb) (Hrsg.): Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie). Beuth Verlag GmbH. Berlin, 2003

Deutsche Bauchemie e. V. u. a. (Hrsg.): Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile. 3. Ausgabe. Frankfurt am Main, 2010

Heiermann Franke Knipp HFK Rechtsanwälte: Architekten- und Ingenieurrecht (HOAI 2009). Berlin, 2009

Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 35. Auflage. B. G. Teubner Verlag. Wiesbaden, 2010

Institut für Bauforschung e. V. (Hrsg.): Energetische Gebäudemodernisierung. 2. Auflage. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart, 2010

Institut für Bauforschung e. V. (Hrsg.): Schadensfälle an Innenputzen. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart, 2010

Institut für Bauforschung e. V.; Rizkallah, V. (Hrsg.): Bauschäden im Hoch- und Tiefbau. Band 2: Hochbau. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart, 2009

Institut für Bauforschung e. V. (Hrsg.): Systematisierte Abnahme von Bauleistungen nach VOB. 4. Auflage. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart, 2009

Scholz, W.; Hiese, W. (Hrsg.): Baustoffkenntnis. 16. Auflage. Werner-Verlag. Köln, 2007

Zimmermann G.; Ruhnau, R. (Hrsg.): Schäden an Abdichtungen erdberührter Bauteile. Schadenfreies Bauen. Band 36. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart, 2005

Darüber hinaus bilden die einschlägigen Normen, technischen Regeln und Richtlinien die Grundlage für das vorliegende Werk, auch wenn diese nicht alle im Einzelnen aufgeführt sind.

# Stichwortverzeichnis

## A

Abdichtungsanschluss 44  
Abdichtungsbahn 66  
Abdichtungsebene 36, 44  
Abdichtungskonzept 101  
Abdichtungsmaßnahme 69  
Abnahme 105  
Ausblühungsscheinung 21  
Ausführungsfehler 56  
Ausführungsplanung 22, 100

## B

Baugrunduntersuchung 34  
Bauqualitätssicherung 104  
bauschädliches Salz 21  
Bauteilöffnung 37  
Bauüberwachung 51, 73  
Bau- und Leistungsbeschreibung 41  
Bauwerksabdichtung 7, 34  
Bauwerkssohle 37  
Bedenken anmelden 74  
Bemessungswasserstand 9  
Betonkorrosion 57  
Bewässerungsversuch 78  
Bitumenschweißbahn 29  
Boden, bindiger 51  
Bodenfeuchte 36  
Bodengutachten 82  
Bodenplatte 27  
Bohrkern 55

## D

Dichtsatz 47  
Dichtungsschlämme 48  
Dränung 7  
drückendes Wasser 42  
Durchdringung 43  
Durchfeuchtung 33, 62  
Durchfeuchtungsscheinung 64  
Durchtrocknung 42

## E

Entwässerungsrinne 49  
Entwurfsplanung 100

Expositionsklasse 10

## F

Festigkeitsklasse 55  
Feuchtebelastung 93  
Feuchtehorizont 81  
Feuchte, kapillar aufsteigende 84  
Feuchtemessgerät 33  
Feuchtemessung 71, 77  
Feuchteverfleckung 39, 64  
Feuchtigkeit, aufsteigende 83  
Fugenabdichtung 23  
Fugenband 43  
Fugenblech 22

## G

Gebäudesockel 58, 59  
Geländeoberkante 43  
Gewährleistung 13  
Grundwasser 27, 74

## H

Haftpflichtschäden 13  
Haftzugverbund 89  
Hersteller- und Verarbeitungsvorschrift 62  
Hohlkehle 45  
Hohlraumtrocknung 23  
Horizontalsperre 83

## I

Innenabdichtung 29

## K

Kellergeschoss 27  
Kellerlichtschacht 48  
Kernbohrung 22  
Kondensation 95  
Korrosionserscheinung 20  
kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung 32

## L

Lagerfuge 60

- Lastfall 7, 42  
 Leckageortung 22  
 Leitungswasserschaden 21
- M**  
 Mängelansprüche 13  
 Materialunverträglichkeit 26  
 mikrobieller Befall 21  
 Minderung 14  
 Mindestschichtdicke 52
- N**  
 Nacherfüllung 15  
 Niederschlagswasser 45
- O**  
 Objektbetreuung 105  
 Objekt- bzw. Bauüberwachung 103
- P**  
 Perimeterdämmung 47  
 Planungsfehler 56  
 Probenahme 22
- Q**  
 Qualitätsprüfung 101  
 Querschnittsabdichtung 37
- R**  
 Regel der Technik, anerkannte 16  
 Regelverjährungsfrist 14  
 Rohrdurchführung 45
- S**  
 Sachmangel 15  
 Salzausblühung 48  
 Sanierputz 85  
 Sanierungskonzept 69  
 Schaden 16  
 Schadenprophylaxe 99  
 Schadensanierung 30, 75  
 Schichtenwasser 32, 74  
 Schimmelpilzbefall 83
- Schutzschicht 52  
 schwarze Wanne 8  
 Sickerschacht 63  
 Sickerwasser, aufstauendes 32, 74  
 Sockelputz 59  
 Sohlplatte 53, 72  
 Spritzwasserbereich 58  
 Spül- und Kontrollrohr 84
- T**  
 Teilabnahme 106  
 Trockenschichtdicke 8
- U**  
 Undichtigkeit 31  
 Unregelmäßigkeit 14  
 Untergrund 56  
 Ursachenermittlung 21
- V**  
 Verarbeitungsrichtlinie 46  
 Vergabe der Leistung 102  
 Vergabe- und Vertragsunterlage 102  
 Verpressen 23  
 Versickerungsfähigkeit des Bodens 46  
 Vertikalabdichtung 36  
 Voranstrich 49  
 Vorplanungsphase 100
- W**  
 Wärmebrücke 95  
 Wärmebrückeberechnung 97  
 Wärmedämmung 53  
 Wasserbeanspruchung 10  
 Wassereintritt 68  
 Wasserrand 48  
 Wasserundurchlässigkeit 55  
 Wasserzementwert 55  
 Weichmachereffekt 25  
 weiße Wanne 8  
 Werkvertrag 103  
 Werkvertragsrecht 101  
 WU-Beton 9, 18



# Schadensfälle an Innenputzen



Hrsg.: Institut für Bauforschung e.V. IFB, Hannover  
2010, 96 Seiten, zahlr. Abb., Kart.  
ISBN 978-3-8167-8295-7

Ausgehend von den technischen Grundlagen, beschreiben die Autoren häufige Schadensfälle und deren Ursachen, die oft von mehreren Faktoren ausgelöst werden. Die geschilderten Sanierungsmaßnahmen und die zahlreichen Bilder machen das Buch zu einem echten Praxisbegleiter. Den rechtlichen Grundlagen ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Der Leser lernt den Unterschied zwischen Schaden und Mangel kennen und erfährt, wann Mängelansprüche geltend gemacht werden können.

# Schäden an Gründungen und erdberührten Bauteilen

## Ursachen – Bewertung – Sanierung



Tagungsband – 46. Bausachverständigentag 2011  
2011, 73 Seiten, zahlr., teilw. farb. Abb., Tab., Kart.  
ISBN 978-3-8167-8587-3

Gründungen und erdberührte Bauteile sind immer wieder Schadensschwerpunkte beim Bauen. Deshalb ist es wichtig, die Ursachen zu erkennen, richtig zu analysieren und einer technisch und wirtschaftlich sinnvollen Sanierung zuzuführen. Im Tagungsband zeigen namhafte Sachverständige und Experten die Problemfelder auf, stellen Praxisbeispiele vor und bieten Lösungen für die Prävention, Schadensanalyse und Sanierung an. Aktuelle Rechtsprechungen und Haftungsfragen zum Thema werden ausführlich behandelt.

# Fraunhofer IRB Verlag

Der Fachverlag zum Planen und Bauen

Nobelstraße 12 · 70569 Stuttgart · Tel. 0711 9 70-25 00 · Fax -25 08 · [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) · [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Energetische Gebäudemodernisierung



Hrsg.: Institut für Bauforschung e.V. IFB, Hannover  
2., erw. Aufl. 2010, 308 Seiten, zahlr. Abb., Tab., Geb.  
ISBN 978-3-8167-8117-2

Basierend auf der EnEV 2009 wird die Möglichkeit geboten, sich gezielt mit den Einzelheiten, die bei der Vorbereitung und Planung ganzheitlicher Gebäude-modernisierungen auftreten, auseinanderzusetzen. Das Buch bietet einen Katalog mit Grundlagen zum energieeffizienten Planen, Bauen und Betreiben im Gebäudebestand. Bauphysikalische Analysen, bau- und anlagetechnische Maßnahmen, nachhaltige Konzeptionen und qualitätssichernde und schadens-vermeidende Prophylaxehinweise bis zu Kosten- und Nutzenanalysen werden aufgezeigt.

## Richtig handeln bei Wasser- und Feuchtigkeitsschäden Gebäudetrocknung in der Praxis



Michael Grübel  
2011, 196 Seiten, 61 Abb., 2 Tab., Kart.  
ISBN 978-3-8167-8266-7

Das Buch beschreibt häufige und außergewöhnliche Schadensverläufe, bei denen Wasser oder Feuchtigkeit im Bereich von Dächern, Wänden, Zwischendecken und Kellern für Unannehmlichkeiten sorgt. Die Fallbeschreibungen geben umfassend Einblick in Vorgehensweisen und Verfahren, die erfolgreich zur Erkundung und Behebung von Durchfeuchtungen, Schimmelbefall, Leckagen etc. angewandt wurden. Bauphysikalische Zusammenhänge, Materialverhalten, Schadensmechanismen und Möglichkeiten der Trocknung sind allgemein verständlich erläutert.

## Fraunhofer IRB Verlag

Der Fachverlag zum Planen und Bauen

Nobelstraße 12 · 70569 Stuttgart · Tel. 0711 9 70-25 00 · Fax -25 08 · [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) · [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

Institut für Bauforschung e.V.

# Schadensfälle an erdberührten Bauteilen

Schäden dürfen nicht automatisch unter dem Gesichtspunkt mangelhafter Bauleistungen gesehen werden, sondern es sind auch die Schäden zu betrachten, die durch schädigendes Nutzerverhalten, Umwelteinflüsse, Alterung und Fremdeinwirkung verursacht werden. D.h., dass nicht jeder Schaden gleichzeitig auch ein Mangel mit der Folge möglicher Mängelansprüche ist, sondern die beiden Begriffe sorgfältig voneinander zu trennen sind. Schäden, die auf Nutzungsfehler und nicht vermeidbare Einflüsse zurückzuführen sind, begründen keine Mängelansprüche.

Neben den allgemeinen Anforderungen aus dem konstruktiven Bereich (Gründung, Baugrund, Bauteil, Material etc.) und dem bauphysikalischen Bereich (Wärmedämmung, Wärmebrücke, Bauteilanschluss etc.) werden auch die Anforderungen an Abdichtungen (Beanspruchung, Lastfall, Planung, Material etc.) behandelt. Daneben werden die rechtlichen Aspekte (Gewährleistung, Haftung, Mängelansprüche, Mangelbegriff) erläutert und Schadenschwerpunkte benannt, die in 15 exemplarischen Fallbeispielen aus der Praxis dargestellt werden.

Schließlich wird, abgeleitet aus den Fallbeispielen, prophylaktische Hilfestellung für die unterschiedlichen Bereiche des Planungs- und Bauprozesses angeboten.

Diese Zusammenstellung von Schadensfällen richtet sich an Sachverständige sowie alle am Planungs- und Bauprozess beteiligten Personen.

Das Institut für Bauforschung e.V. (IfB) aus Hannover wurde 1946 gegründet. Zu den Kernaufgaben des Instituts zählen, damals wie heute, die wissenschaftliche Forschung und deren Förderung auf den Gebieten Planung im Bauwesen, Baustoffe, Bauarten, Baubetrieb sowie Bauschäden und deren Ursachen.

ISBN 978-3-8167-8650-4



9 783816 786504